

Opinnäytetyö (AMK)

Rakennustekniikka

Infratekniikka

2014

Haider Al-Rammahi

HULEVESIEN HALLINTA RAASEPORIN ÖSTERBYN ASEMAKAAVA-ALUEELLA



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Turun ammattikorkeakoulu

Tekniikka, ympäristö ja talous

Rakennustekniikan koulutusohjelma

Infratekniikka

Haider Al-Rammahi

Opinnäytetyö

HULEVESIEN HALLINTA RAASEPORIN ÖSTERBYN ASEMAKAAVA- ALUEELLA

Hyväksytty

Turussa ____/____ 2014

Valvoja

DI Pirjo Oksanen

Koulutuspäällikkö

Tekn. lis. Esa Leinonen

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikka | Infratekniikka

Kevät 2014 | 40 + 3

Tuamk; Pirjo Oksanen | Kon-Ins Oy; Jarmo Lennola, Mikael Koivisto

Haider Al-Rammahi

HULEVESIEN HALLINTA RAASEPORIN ÖSTERBYN ASEMAKAAVA-ALUEELLA

Hulevesistä aiheutuvat ongelmat ovat viime aikoina lisääntyneet huomattavasti. Kuntien ja kaupunkien taajama-alueilla tulvatilanteet ovat aiheuttaneet haittaa niin ihmisille kuin ympäristöllekin. Tämä johtuu rakennetun alueen veden hydrologisen kiertokulun häiriintymisestä ja rankkasateiden yleistymisestä.

Tässä opinnäytetyössä perehdytään hulevesistä aiheutuneisiin ongelmiin Österbyn asemakaava-alueella, joka sijaitsee Raaseporin eteläosassa. Österbyssä hulevedet aiheuttavat lammikoitumista ja tulvatilanteita katuverkostossa. Ongelmat johtuvat pääosin huonosta hulevesien virtaamisesta ja sivuojien ylläpidon puutteellisuudesta. Tämän lisäksi rumpujen puuttuminen kiinteistöjen liittymissä on aiheuttanut veden nousun kadulle. Asiaa vaikeuttaa myös vaihteleva ja epätasainen maasto, mikä on aiheuttanut veden virtauksen pysähtymisen Österbyn ojassa. Tästä johtuen vedenpinta nousee ja tulvii ympärillä olevaan maastoon aiheuttaen haittaa ympäristölleen.

Hulevesien hallinnan vaihtoehtoiset ratkaisut ovat rajalliset rakennetun ympäristön takia. Tästä johtuen Österbyn ojalle todettiin hulevesien viivytysmenetelmän olevan kaikkein helpoin ratkaisu suunnittelijoiden, rakentajien ja Raaseporin kaupungin kannalta. Viivytysmenetelmien tueksi ehdotettiin tulvatasanteiden rakentamista Österbyn ojalle, jolloin tulvatilanteet ovat paremmin hallinnassa. Tämän lisäksi ehdotettiin katujen varrella kulkevien ojien korjaamista ja rumpujen rakentamista puuttuvista paikoista osaksi toimivaa ratkaisua. Ongelmien ratkaisuun käytettiin apuna maanmittauslaitoksen jakamaa laserkeilausaineistoa, jonka avulla saatiin selville selkeästi ja todenmukaisesti hulevesien nykytilanne.

ASIASANAT:

Hulevesi, hulevesien hallinta, tulva, tulvien muodostuminen, tulvareitti

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Civil Engineering | Community Infrastructure Engineering

2014 | 40 + 3

Pirjo Oksanen (TUAS) | Jarmo Lennola, Mikael Koivisto (Kon-Ins Ltd)

Haider Al-Rammahi

STORMWATER MANAGEMENT IN RASEBORG ÖSTERBY TOWN PLAN AREA

Stormwater problems have recently been noticeably increasing. Flood occurrences in the residential areas of cities and municipalities have caused harm to people and the environment. This is due to the growing frequency of heavy rains and disturbance of the hydrological water cycle in built-up areas.

This thesis discusses stormwater problems in the Österby urban planning area, which is located in the southern part of Raseborg. Stormwater causes puddles and flood occurrences in the street network of Österby. The problems are mainly due to the poor flow of stormwater in the road ditches and lack of maintenance. In addition, the lack of culverts under the real estate land access has resulted in water rising to the street. The matter is also complicated by the varied and uneven terrain, which causes problems to the flow in the Österby channel. As a result, the water level rises and floods the surrounding terrain, causing harm to the environment.

Alternative solutions for stormwater management are limited because of the built environment. As a result, slowing the flow of stormwater in the Österby channel was found to be the easiest solution from the viewpoint of infrastructure designers, builders and Raseborg city. The floods are kept better under control by building flood plains by the Österby channel to support the delay methods. In addition, the repairing of road ditches in street network is recommended and missing culverts should be built to achieve a functional solution. Lidar material distributed by the National Land Survey was used in the problem-solving and to help in obtaining a current and realistic view of the stormwater situation.

KEYWORDS:

Stormwater, stormwater management, flood, formation of floods, flood route

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	7
1.1 Taustaa	7
1.2 Tavoitteet ja rajaukset	8
2 TAAJAMAHYDROLOGIA	9
2.1 Hulevesien muodostuminen taajamissa	9
2.2 Veden hydrologinen kiertokulku taajamissa	9
2.3 Taajamien valuma-alueet	11
2.4 Huleveden laatu taajamissa	12
3 RANKKASATEET JA TAAJAMATULVAT	13
3.1 Tulvien muodostuminen	13
3.2 Tulvatyytit	13
3.3 Rankkasateen aiheuttaman tulvan vauriot ja riskit	15
3.4 Tulvat tulevaisuudessa	16
4 HULEVESIEN HALLINNAN VAIHTOEHTOISET RATKAISUT	17
4.1 Hulevesien hallinta ja tavoitteet	17
4.2 Hulevesien hallintamenetelmät	17
4.2.1 Hulevesien määrän vähentäminen	17
4.2.2 Hulevesien viivyttäminen	18
4.2.3 Hulevesien imeytys	19
4.2.4 Hulevesien tulvareitti	22
5 ÖSTERBYN ASEMAKAAVA-ALUE	25
5.1 Selvitysalueen sijainti ja maankäyttö	25
5.2 Alueen topografia	27
5.3 Österbyn maaperä	28
5.4 Alueen hulevesimallinnus ja nykytila	29
5.5 Katu-alue	32
5.6 Hulevesien hallinnan vaihtoehtojen vertailu	36
6 JOHTOPÄÄTÖKSET	38

LIITTEET

LIITE 1. Österbyn asemakaava 1:2000.

LIITE 2. Österbyn asemakaava-alueen maastomalli. Ei mittakaavassa.

LIITE 3. Österbyn asemakaava-alueen hulevesien ongelma alueet 1:1000

KUVAT

Kuva 1. Veden kiertokulku.	10
Kuva 2. Veden hydrologisen kiertokulun muuttuminen vettä läpäisemättömien pintojen osuuden kasvaessa.	11
Kuva 3. Rankkasateet aiheuttivat suuria tulvia Raaseporissa.	14
Kuva 4. Rankat vesisateet hättäsivät liikennettä Raaseporissa.	14
Kuva 5. Rankat vesisateet aiheuttivat tulvia muun muassa parkkialueilla.	15
Kuva 6. Veden viivyttämisessä sen virtausnopeus pienenee. Näin virtaama huiput vähenevät ja kiintoaines ehtii paremmin laskeutua.	19
Kuva 7. Nurmipainanteen periaate.	19
Kuva 8. Hulevesien imeytysperiaatteita.	20
Kuva 9. Avoin imeytyskaivanto pihamaalla.	21
Kuva 10. Sorasaarto liikennealueen yhteydessä.	21
Kuva 11. Imeytyspainanne, joka sijoitetaan vettä läpäisevälle pohjamaalle.	22
Kuva 12. Periaatekuva tulvatasanteen poikkileikkauksesta.	23
Kuva 13. Esimerkki tulvatasanteiden ketjuttamisesta.	23
Kuva 14. Uoman linjauksen muuttaminen.	24
Kuva 15. Österbyn kaupunginosan sijainti eteläisen Raaseporin kaupunkirakenteessa.	25
Kuva 16. Ilmakuva Österbyn kaupunginosasta.	26
Kuva 17. Havainnekuva Österbynasemakaavasta.	26
Kuva 18. Österbyn asemakaava-alueen maanpinnan muoto laser-aineistoa apuna käyttäen.	27
Kuva 19. Maalajien esiintyminen Österbyn asemakaava-alueella.	28
Kuva 20. Asemakaavaa alueen yksityiskohtaiset tulva- ja lammikoitumisalueet.	30
Kuva 21. Alueen kiinteistöjen sijoittuminen alueen maastossa.	31
Kuva 22. Punaisella merkittyihin alueisiin lammikoituu sade ja sulamisvedet.	32
Kuva 23. Huonosti kunnossapidetty piennar estää hulevesien johtumisen painanteeseen.	33
Kuva 24. Painanteen tasaisuus ja tonttiliittymän puutteellisesti rakentaminen kasvattavat riskiä lammikoitumiselle.	33
Kuva 25. Hulevesien johtuminen Kulmatien ja Skepplandantien risteysalueella on vaikeasti toteutettu.	34
Kuva 26. Böningin- ja Niemenniityntien risteys pohjoissuuntaan.	35
Kuva 27. Böningin- ja Niemenniityntien risteys länsisuuntaan.	35

1 JOHDANTO

1.1 Taustaa

Hulevesistä johtuvat ongelmat ovat viime vuosien aikana lisääntyneet huomattavasti. Veden hydrologisen kiertokulun häiriintyminen on lisännyt tulvia kaupunkien taajama-alueilla ja kaupunkien keskustoissa. Yhä useammin toistuvat rankkasateet ja pitkään kestävät lämpimät ajanjaksot vaativat rankkasateisiin varautumista erityisesti tiiviisti rakennetuilla asuinalueilla. Tämän lisäksi vettä läpäisevien pintojen määrä on vähentynyt huomattavasti, eivätkä kaupunkien vihreät alueet riitä enää imeyttämään pintavesiä tarpeeksi nopeasti.

Kestävän kehityksen mallin mukaan hulevesien hallinta perustuu siihen, ettei kaikkia hulevesiä pitäisi kerätä pois viemäröinnin avulla, vaan vettä tulisi johtaa vesistöihin tai luonnon tilaan, mikä taas rikastaa pohjaveden määrää. Tämä vähentää ylivuotoja viemäriputkistossa, minkä seurauksena vedenpuhdistamoiden kuormitus vähenee. Tästä syystä hulevesien hallinta ja tulvareittien suunnittelu on tärkeää ottaa osaksi kaupunki- ja ympäristösuunnittelua.

Opinnäytetyön toimeksiantaja on Kon-Ins Oy. Kon-Ins Oy on Raisiossa toimiva infratekniikansuunnitteluun erikoistunut insinööritoimisto. Tässä opinnäytetyössä tutkittavana kohteena on Österbyn asemakaava-alue, joka sijaitsee Raaseporin kaupungissa. ”Raaseporin kaupunki perustettiin 1.1 2009, kun Tammisaaren ja Karjaan kaupungit sekä Pohjan kunta yhdistettiin”. Asukkaita kaupungissa on noin 30 000, josta suurin osa on ruotsinkielisiä. Raaseporin kaupunki pyrkii ylläpitämään hyvää ympäristöä sekä viihtyisyyttä rakentamalla järkevästi ja monipuolisesti. Raaseporin kaupunki tavoittelee tehokasta toimintaa työskentelemällä laadun, turvallisuuden ja kestävän kehityksen puolesta. (Raasepori 2013.)

1.2 Tavoitteet ja rajaukset

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on perehtyä hulevesien kokonaisuuksien hallintaan Österbyn asemakaava-alueella. Tämän lisäksi tavoitteena on selvittää alueen hulevesikuormituksesta aiheutuneita ongelmia. Tämän pohjalta annetaan tietoa ja etsitään teoreettisia kehittämistoimenpiteitä rakennetun ympäristön kuormituksen vähentämiseksi. Opinnäytetyössä ei kuitenkaan ratkaista hallintamenetelmien mitoitusta, suunnittelua eikä kunnossapitoa. Työn ulkopuolelle jäävät myös hulevesitutkimukset ja huleveteen liittyvät lait. Tässä opinnäytetyössä on esitetty liitteinä asemakaava-alueen hulevesimallinnuksen karttoja sekä yleisluonteisiasuunnitelmia selkeyttämään ja tukemaan työtä.

Opinnäytetyö tehdään pääosin itsenäisenä työnä, mutta tarvittaessa Kon-Ins Oy:n tiloissa. Tarvittavan aineiston hankkiminen toteutetaan pääsääntöisesti itsenäisesti, mutta tarpeen tullen Kon-Ins Oy:n tai suoraan Raaseporin kaupungin kautta.

2 TAAJAMA-HYDROLOGIA

Taajamahydrologialla tarkoitetaan rakennettujen alueiden vedenkierron tutkimista. Kaupunkimainen rakenne muuttaa veden hydrologista kiertoa. Hulevesien, eli rakennettujen alueiden sade- ja sulamisvesien, hallinta on noussut yhä tärkeämmälle sijalle kaupunkien ja ympäristön suunnittelussa. Lisääntyvä huleveden määrä on ongelma erityisesti tiiviisti rakennetuilla alueilla, jotka estävät luontaista imeytymistä, viivytystä sekä puhdistumista ja näin aiheuttavat tulvimista. (RIL 124-1-2003, 114; Helsingin ympäristökeskus 2013.)

2.1 Hulevesien muodostuminen taajamissa

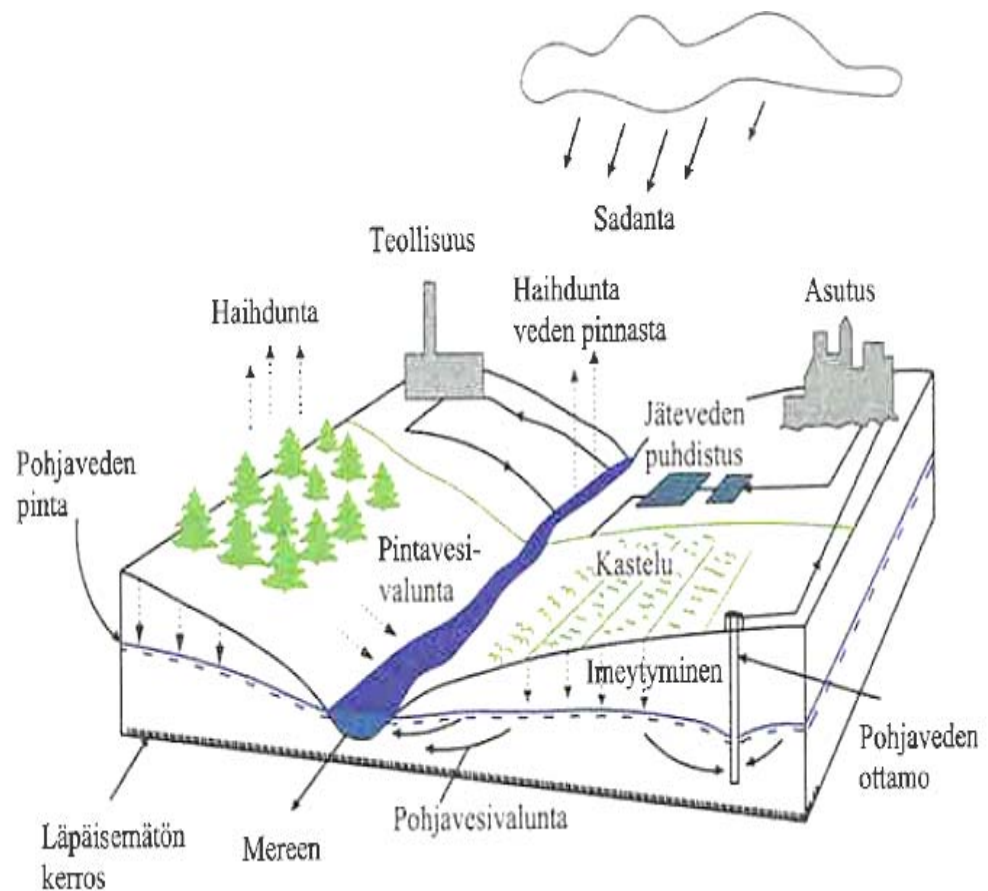
Hulevedet muodostuvat rakennetulla alueella maan pinnalle tai muille vastaaville pinnoille kertyvästä sadevedestä ja talven lumista sulavasta vedestä. Hulevesien valunnan laajuuteen ja määrään vaikuttavat useat eri tekijät: sateen intensiteetti ja kesto, sadetapahtumaa edeltävän kuivan ajan pituus, maanpinnan kaltevuus ja maaperän ominaisuudet. Mitä enemmän alueella on rakennettuja ja vettä läpäisemätöntä pintaa, sitä nopeammin ja huomattavammin hulevedet synnyttävät pintavaluntaa. Tästä johtuen valunnan ajalliset vaihtelut ovat taajama-alueilla selvästi luonnontilaisia alueita nopeammat ja intensiivisemmät. Hulevesiin luetaan myös rakennusten perustuksien kuivatusvedet. (Hulevesiopus 2012, 18.)

2.2 Veden hydrologinen kiertokulku taajamissa

Veden kiertokulku voidaan jakaa neljään osaan:

- sadantaan
- valuntaan
- haihduntaan
- infiltraatioon eli suotautumiseen maaperään (Hulevesiopus 2012, 18).

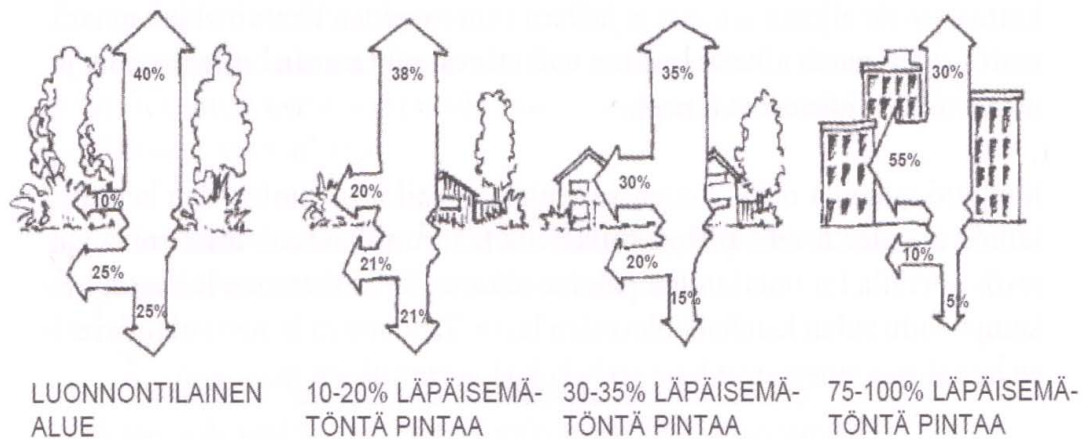
Sadanta on eräälle alueelle määrääjassa sateesta ja lumen sulamisesta kertyvä vesimäärä. Luonnollisessa kiertokulussa suuri osa sadannasta absorboituu maaperään pohjavedeksi ja virtaa hitaasti kohti vesistöjä. Osa vedestä kulkeutuu pintavaluntana jokiin ja järviin ja edelleen meriin, mistä osa vedestä haihtuu ilmakehään. (Hulevesiopas 2012, 18; Eskola, Tahvonen 2010, 9.) Kuvassa 1 on esitetty veden kiertokulun eri vaiheet.



Kuva 1. Veden kiertokulku (RIL 124-1-2003, 13).

Aktiivinen ja tiheä rakentaminen tuo mukanaan haasteita hulevesien hallitsemiseen, sillä rakentaminen häiritsee veden luonnollista kiertokulkua. Olennaisin vaikuttava tekijä kaupunkien taajamissa etenkin kesäsateiden aikana on vettä läpäisemättömien pintojen osuus. Nykyään yli puolet taajamien kokonaisalasta

muodostuu esimerkiksi katoista, kaduista, teistä ja pysäköintialueista. (Ympäristöhallinto 2013; Hulevesiopas 2012, 18.)



Kuva 2. Veden hydrologisen kiertokulun muuttuminen vettä läpäisemättömien pintojen osuuden kasvaessa (Eskola & Tahvonen 2010, 13).

Ympäristön vaikutus hulevesiin on aina huomioitava, koska kaikki kovat pinnat eivät aina aiheuta pintavaluntaa, vaan vesi voi kulkeutua ympärillä olevaan ympäristöön ja imeytyä maahan. ”Valunnan ajalliset vaihtelut ovat lähinnä tästä syystä taajama-alueilla selvästi luonnontilaisia alueita nopeammat ja voimakkaammat”. (Hulevesiopas 2012, 18.)

2.3 Taajamien valuma-alueet

Kuten Eskola ja Tahvonen (2010) toteavat, lähtökohtana on tuntee valuma-alueen toiminnollisuuden merkitys valuntaan. Laajoilla valuma-alueilla valunta on epäilemättä suurin, mutta myös valuma-alueen topografia vaikuttaa liikkuvien vesien suuruuteen. Suppealla ja pitkällä valuma-alueella vesi kerääntyy rauhallisemmin kuin pyöreällä alueella, jossa alueen reunakohdista on sama etäisyys keskelle. Periaatteena tämä toimii myös pienemmissä kohteissa, kuten

painanteiden tai altainen muodostaessa viheralueella valunnan tasaajia. (Eskola & Tahvonen 2010, 10.)

2.4 Huleveden laatu taajamissa

Kaupunkien erilaisten rakennettujen alueiden hulevesillä on suuri vaikutus ympäristöönsä. Huleveden ominaisuuksiin vaikuttaa alue, josta vedet kerääntyvät. Tämä johtuu siitä, että huleveden ominaisuudet muuttuvat veden valuessa erilaisia pintoja pitkin eteenpäin. Hulevedet pitävät sisällään useita eri haitta-aineita, joita ovat esimerkiksi kiintoaineet, ravinteet, metallit, kloridi sekä öljyt ja rasvat. Tämän lisäksi hulevesissä usein kulkeutuu suuria määriä suolistoperäisiä bakteereja. (Eskola & Tahvonen 2010, 13; Hulevesiopas 2012, 124.)

Huleveden ominaisuuksiin vaikuttaa alueen ympäristön lisäksi sateen vaihe ja vuoden aika. On tärkeää muistaa, ettei satava vesi ole aina puhdasta, koska sadejakson alussa huuhtoutuu kuivan ajanjakson aikana kertyneet erilaiset epäpuhtaudet. Tästä johtuen sadejakson alussa huleveden laatu on usein huonompi kuin sadejakson lopussa. (Eskola & Tahvonen 2010, 13.)

3 RANKKASATEET JA TAAJAMATULVAT

3.1 Tulvien muodostuminen

Nykyisten arvioiden mukaan kesäkauden sadannat kehittyvät Suomessa keskimäärin 10–15 % vuosiin 2071–2100 mennessä ja maan pohjoisosissa hiukan etelää enemmän. Keskimääräiset kesäkauden ankarimmat vuorokausisateet lisääntyvät arvioiden mukaan noin kolmanneksella, ja kuuden tunnin maksimisateet jopa tätä enemmän. Taajamatulvan syntyyn ja vahinkojen suuruuteen vaikuttavia tekijöitä on kaupunkien rakenteessa suuri määrä. Tämä johtuu kaupunkien läpäisemättömien pintojen suuresta määrästä, täydennysrakentamisesta ja hulevesijärjestelmien ylikuormituksesta. Tulvien muodostumiseen vaikuttaa myös pintavalunnan virtausreitin ja varastointialueen muuttuminen. (Hulevesiopas 2012, 19.)

3.2 Tulvatyypit

Tulvia on monenlaisia, minkä takia tulvat on jaettu erilaisiin tulvatyyppeihin. Suomessa yleisimpiä tulvatyyppejä ovat jokitulvat ja rankkasadetulvat. Keväisin lumen ja jään lähtiessä liikkeelle lumi- ja jääpadot aiheuttavat tulvia. Kesäisin Suomea koettelee rankkasateista aiheutuvat tulvat. Muita tulvatyyppejä ovat putkirikoista johtuvat paikalliset tulvat ja merivesitulvat, jotka ovat Suomessa harvinaisempia ja jäävät tämän opinnäytetyön ulkopuolelle. (Helsingin kaupungin tulvastrategia 2008, 12.)

Rankkasadetulva syntyy, kun suunnitellun hulevesijärjestelmän välityskyky ylittyy rankkasateella. Tällöin satanut vesi ei pääse kulkeutumaan pois alueelta, jolloin veden pinta nousee aiheuttaen vahinkoa käyttöympäristössään. (Helsingin kaupungin tulvastrategia 2008, 12.) Kuvissa 2, 3 ja 4 on esitetty Raaseporissa heinäkuussa 2013 rankkasateen aiheuttamia tulvia.



Kuva 3. Rankkasateet aiheuttivat suuria tulvia Raaseporissa (Iltalehti 2013).



Kuva 4. Rankat vesisateet haittasivat liikennettä Raaseporissa (Iltalehti 2013).



Kuva 5. Rankat vesisateet aiheuttivat tulvia muun muassa parkkialueilla (Ilta-lehti 2013).

3.3 Rankkasateen aiheuttaman tulvan vauriot ja riskit

Hulevesistä aiheutuneet tulvat vahingoittavat kiinteistöjä ja ympäristöään. Tulviminen aiheuttaa uomissa eroosiota. Eroosiosta voi olla seurausta uomien syvenemisen ja pengerten murtumiseen sekä uomakasvillisuuden harventumiseen että vastaanottavan vesistön vahingoittumiseen. Hetkellisesti ankara rankkasade voi ylittää hulevesisysteemin kapasiteetin. Tällöin vesi alkaa kerääntyä, jolloin veden pinnankorkeus alkaa kohota hulevesilinjojen matalista kohdista katualueelle ja jopa kiinteistöihin. Tämän lisäksi sekaviemäröintialueilla tulvatilanteet voivat aiheuttaa jäteveden pääsyn vesistöihin. Suurin riski tulvimiselle on erityisesti kevät, jolloin maanpinta ei vielä ime vettä ja tulvareitit eivät vedä vesiä riittävän tehokkaasti. (Eskola & Tahvonen 2010, 12; Ympäristöhallinto 2013.)

Veden nousu katualueella hankaloittaa liikennettä ja vaurioittaa katualueella sijaitsevia rakenteita. Hulevesi voi päästä kaduilta kiinteistöjen maanalaisiin tiloihin, jos suunnitellun hulevesijärjestelmän kapasiteetti on ylikuormittunut. Kaupunkien katualueet voidaan myös suunnitella toimimaan hulevesien tulvareittinä. (Helsingin kaupungin tulvastrategia 2008, 13.)

Tulviessaan veden pääsy maanalaisiin tiloihin, esimerkiksi kellareihin, voi turmella rakenteita sekä saada aikaan rakennuksen alaosaan kosteus- ja homevaurioita. Tulvatilanteet aiheuttavat epäilemättä vaaratilanteita esimerkiksi loukkaantumiselle ja katkoksia sekä sähkön että veden jakelussa. Tämän vuoksi veden pinnan nousu asettaa rajoituksia maaston alavimpiin kohtiin rakennetuille kiinteistöille. Rakennusten hulevesien johtaminen matalalla sijaitsevilta tontti-alueilta on tavallista haastavampi tehtävä. (Helsingin kaupungin tulvastrategia 2008, 13–14.)

3.4 Tulvat tulevaisuudessa

Lämpötilan nousun katsotaan olevan 2000-luvun loppupuolella nykyhetkeen verrattuna noin kahdesta kuuteen astetta. Kesäkaudella lämpötilan kasvu olisi yhdestä viiteen astetta ja talvikaudella kolmesta yhdeksään astetta. Tämä ilmastomuutos enteilee kasvua vuotuisiin sadannan määriin. 2000-luvun loppupuolen kesäkauden vuorokausisateisiin ennustetaan kasvua jopa kolmanneksella. Erityisesti hetkellisiin sadannan määriin ennustetaan kasvua. (Eskola & Tahvonen 2010, 11.)

Paikalliset voimakkaat sateet saavat aikaan rakennetulle alueelle osuessaan vääjäämättä tulvatilanteen. Suomessa hulevedet täytyy ottaa huomioon nykyistä ajattelutapaa laajemmin. Kuntien ja kaupunkien pitää pyrkiä yhteiseen kokonaisvaltaiseen käsittelyn malliin niiden hallintaa varten. Kunnissa ja kaupungeissa voidaan yhtenäistää hulevesiin liittyvät asiat hulevesistrategian avulla esimerkiksi asettamalla yhteisiä tavoitteita käsittelyyn ja siihen liittyviin kysymyksiin. Hulevesistrategialla tarkoitetaan hulevesien hallinnan kehittämistä sekä sopivien toimintojen tavoittelemista ja toteutusta. Kunnollisella strategialla voidaan ennalta ehkäistä hulevesistä aiheutuneita haittoja. Tämän lisäksi hallinnan suunnittelu on otettava huomioon maankäytön kaikissa eri vaiheissa. Tällä tavoin voidaan varata tilaa hallintamenetelmiä varten maankäytön suunnittelussa (Helsingin kaupungin tulvastrategia 2008, 17; Eskola & Tahvonen 2010, 19.)

4 HULEVESIEN HALLINNAN VAIHTOEHTOISET RATKAISUT

4.1 Hulevesien hallinta ja tavoitteet

Hallinnan yhteisenä päämääränä on taajamien hulevesien aiheuttamien ongelmien hallitseminen ja torjuminen. Rakennettujen alueiden veden kiertokulku muuttuu vääjäämättä luonnollisesta kiertokulustaan. Taajamarakentamisen tukena pitäisi kuitenkin pyrkiä pitämään yli- ja alivirtaamat tasapainossa esimerkiksi hulevesien viivyttämällä ja imeyttämällä. Tämä tulee korostumaan tulevaisuudessa lisääntyvien rankkasateiden ja pitempien kuivien ajanjaksojen lisääntyessä. (Hulevesiopas 2012, 20.)

Taajamien hulevesien kokonaisuuksien hallinnassa ja sen suunnittelussa esiin-tyy joukko yhteisiä toimintamalleja. Tällaisia malleja ovat esimerkiksi

- hulevesien muodostumisen estäminen
- hulevesien määrän vähentäminen eli käsittely ja hyödyntäminen synty-
paikalla
- johtaminen suodattavalla ja hidastavalla järjestelmällä
- johtaminen yleisillä alueilla oleville hidastus- ja viivytyalueille, esimerkik-
si kosteikkoihin
- johtaminen purkuvesiin tai pois alueelta. (Hulevesiopas 2012, 20.)

4.2 Hulevesien hallintamenetelmät

4.2.1 Hulevesien määrän vähentäminen

Hulevesien vähentäminen on merkittävä osa hulevesien hallintaa. Vähentämi-
sen keinoin voidaan päästä lähemmäksi rakentamisen edeltäneitä olosuhteita.
Näitä keinoja ovat hulevesien muodostumisen rajoittaminen esimerkiksi kovien

pintojen määrää vähentämällä ja imeyttämällä. Imeyttämistä voidaan edistää kasvillisuuden avulla, jolloin osa vedestä imeytyy osaksi maa- ja pohjavettä. Tämän lisäksi imeytysvaiheessa osa vedestä haihtuu ilmakehään vesihöyryksi. Maankäytön suunnittelun avulla voidaan ensisijaisesti ohjata ja suunnitella huleveden hallintaa. Hyvän suunnittelun tuloksena ennalta ehkäistään hulevesistä aiheutuneita ongelmia. Tällaisia keinoja ovat esimerkiksi

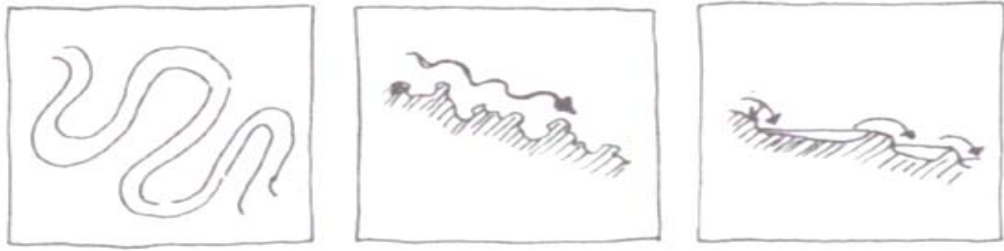
- luontaisen kasvillisuuden säilyttäminen ja tasaamisen minimointi
- päällystettyjen pintojen minimointi esimerkiksi järjestämällä pysäköinti useaan tasoon
- tarvittava katu- ja muun kunnallisteknisen verkoston pituus on mahdollisimman lyhyt
- katualueen päällystetty osuus mahdollisimman kapea. (Hulevesiopus 2012, 20.)

4.2.2 Hulevesien viivyttäminen

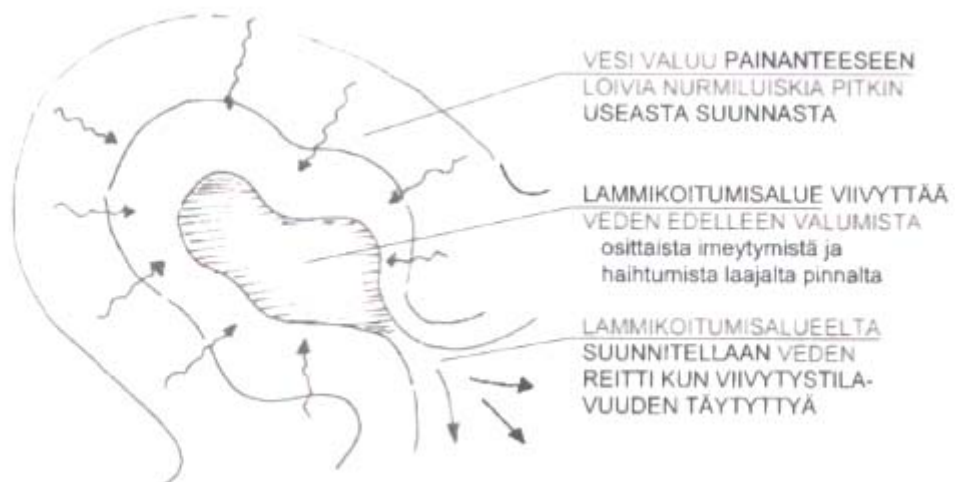
Huleveden viivyttämällä lähestytään keinoja, joilla huleveden virtausta hidastetaan ja pidätetään. Viivytyksen menetelmien avulla varastoidaan kulkeutunut hulevesi hallitusti. Tämän jälkeen hulevesi vapautetaan vähitellen. Tällaisia menetelmiä ovat esimerkiksi

- kosteikot ja lammikot, joissa on tyypillisesti pysyvä vesipinta
- painanteet, rakennetut altaat ja kaivannot, jotka tyypillisesti kuivuvat sadetapahtumien välissä. (Hulevesiopus 2012, 21.)

Kuvissa 6 ja 7 on esitetty viivyttämisen periaatteita.



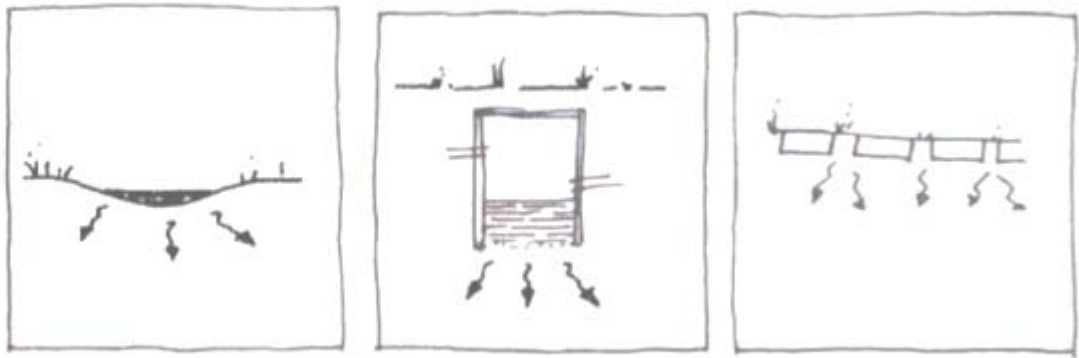
Kuva 6. "Veden viivyttämisessä sen virtausnopeus pienenee. Näin virtaama huiput vähenevät ja kiintoaines ehtii paremmin laskeutua." (Eskola & Tahvonen 2010, 96.)



Kuva 7. Nurmipainanteen periaate (Eskola & Tahvonen 2010, 110).

4.2.3 Hulevesien imeytys

Kuvissa 8–11 on esitetty imeytysratkaisuja.

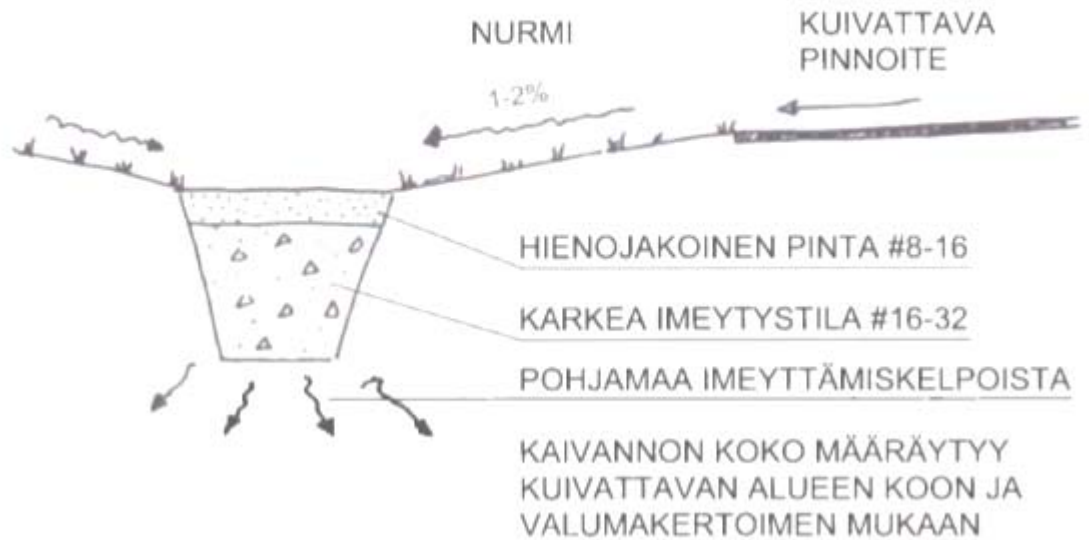


Kuva 8. Hulevesien imeytysperiaatteita (Eskola & Tahvonen 2010, 97).

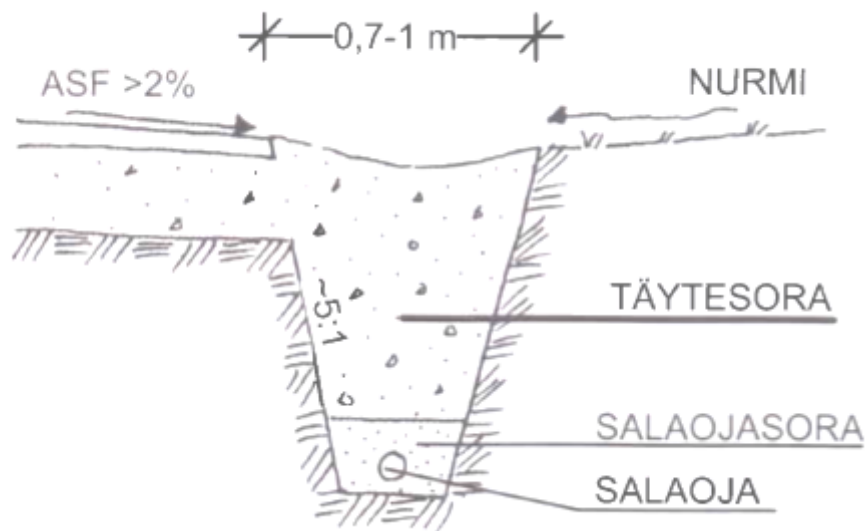
Huleveden hallintamenetelmänä imeytys toimii ainoastaan hyvin vettä läpäisevällä maaperällä. Suomen rakentamismääräyskokoelmassa C2 kerrotaan, ettei hulevesiä voida imeyttää maaperään, jos pohjatutkimuksien avulla ei tarpeeksi todenneta, että maaperä on imeyttämiseen kelvollinen. Imeyttämistä suunniteltaessa täytyy ottaa huomioon, ettei rakennuksille ja naapurintontille sekä pohjavedelle että ympäristölle aiheudu siitä haittaa. Imeytystä voidaan tarvittaessa tehostaa esimerkiksi

- kerrospaksuudeltaan ohuen ja huonosti vettä läpäisevän maanpuhkaisulla
- imeytysalan laajentamisella ja varustaminen poispäin johtavilla imeytysalaojilla. (Eskola & Tahvonen 2010, 90.)

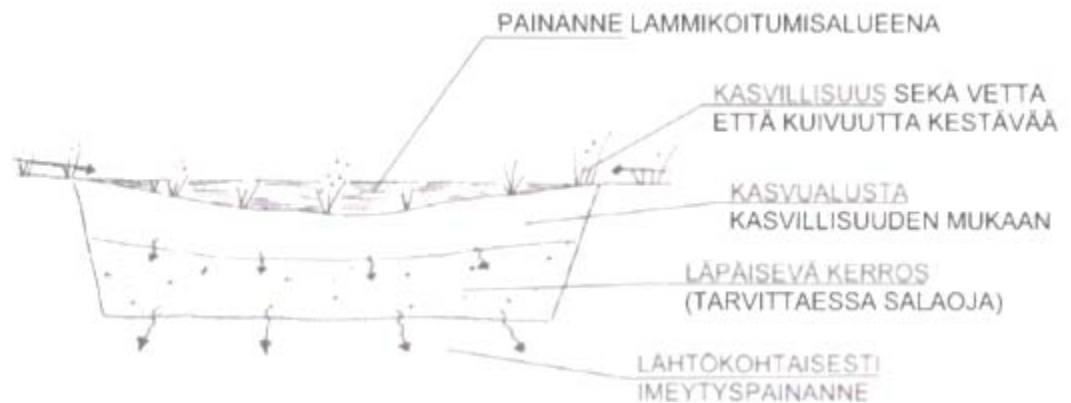
Yksinkertaisin menetelmä hulevesien imeyttämisen edistämiseen on jättää esimerkiksi piha-alueita päällystämättä ja käyttää vettä läpäiseviä rakennusmateriaaleja. Tällaisia yksinkertaisia rakenteita voivat olla kivipesät, sorasaarrot (kuva 10) ja muut imeytyspainanteet (kuva 9). Maanalaisia imeytysrakenteita voivat olla imeytyskaivot, imeytyskentät ja tehdasvalmisteiset järjestelmät. Nämä menetelmät kuitenkin vaativat käyttäjiltään vuosittaista ylläpitoa ja korjausta. Imeytettäessä on varmistettava, ettei rikota pohjaveden pilaamiskieltoa. (Hulevesiopas 2012, 20.)



Kuva 9. Avoin imeytyskaivanto pihamaalla (Eskola & Tahvonen 2010, 104).



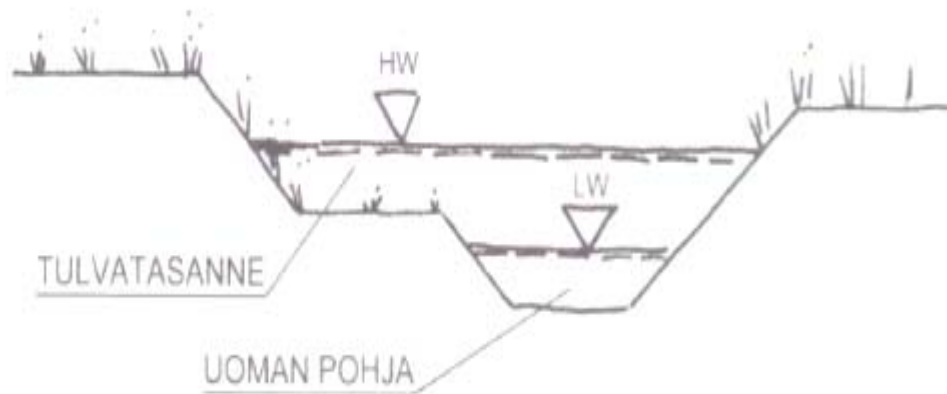
Kuva 10. Sorasaarto liikennealueen yhteydessä (Eskola & Tahvonen 2010, 108).



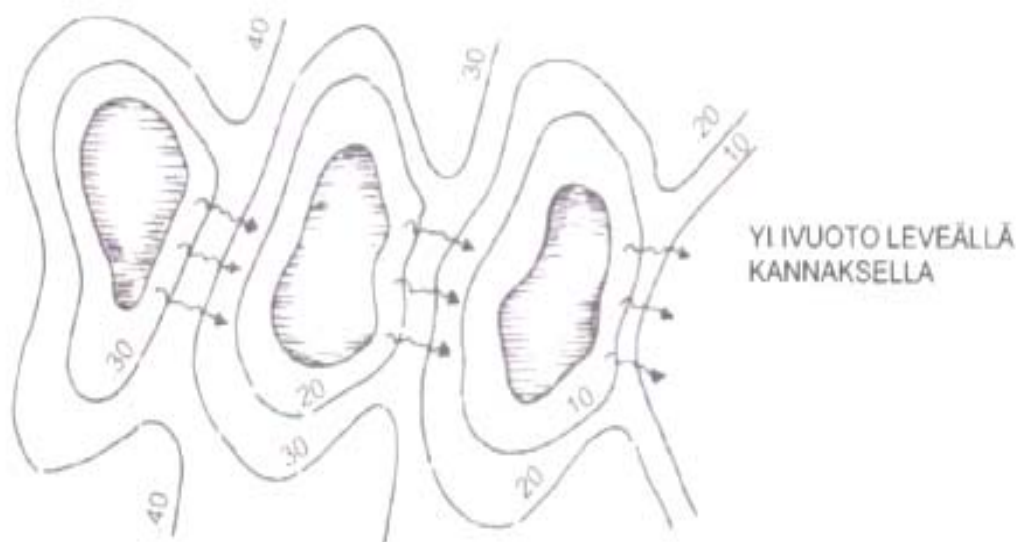
Kuva 11. Imeytyspainanne, joka sijoitetaan vettä läpäisevälle pohjamaalle (Eskola & Tahvonen 2010, 109).

4.2.4 Hulevesien tulvareitti

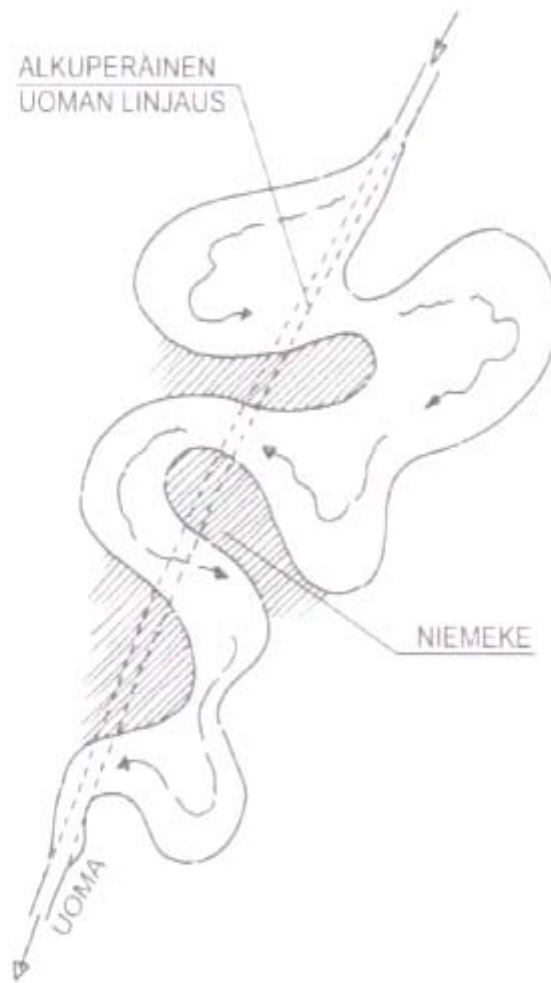
Tulvareittien tehtävänä on kuljettaa hulevedet hallitusti ja nopeasti pois tulvimisalueelle tai purkuvesistöön. Mikäli varsinaista tulvareittiä ei ole suunniteltu, tulvivat hulevedet kulkeutuvat hallitsemattomasti aiheuttaen samalla vahinkoa ympäristölleen ja ihmisten toiminnalle. Tulvareitit koostuvat erilaisista huleveden hallintatavoista. Tulvareitit ovat usein liitetty muihinkin ympärillä oleviin huleveden hallintajärjestelmiin. Erityisesti tulvareitti on otettava huomioon, kun suunnitellaan huleveden imeyttämistä ja suodattamista maaperään. (Hulevesiopus 2012, 19.) Kuvissa 12–14 on esitetty luonnonmukaisia ratkaisuja tulvimistilanteita varten.



Kuva 12. Periaatekuva tulvatasanteen poikkileikkauksesta (Eskola & Tahvonen 2010, 88).



Kuva 13. Esimerkki tulvatasanteiden ketjuttamisesta (Eskola & Tahvonen 2010, 110).



Kuva 14. Uoman linjauksen muuttaminen (Eskola & Tahvonen 2010, 112).

Edellä esitettyjen ratkaisujen lisäksi tulvareittinä yksinkertaisimmillaan voi toimia esimerkiksi katukiveyksen kouru, viheralueen painanne tai tavanomainen reu-
nakivetty ajorata. (Hulevesiopus 2012, 19.)

5 ÖSTERBYN ASEMAKAAVA-ALUE

5.1 Selvitysalueen sijainti ja maankäyttö

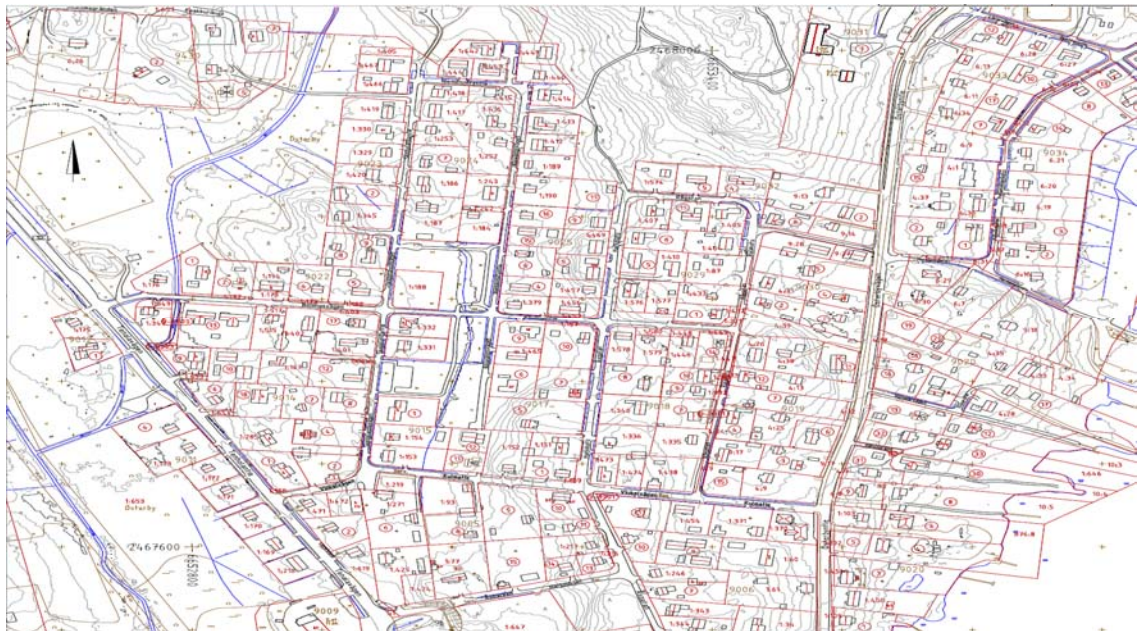
Tutkittava alue sijaitsee Etelä-Raaseporissa Österbyn kaupunginosassa. Tutkittava alue rajautuu lännessä Tenholantiehen ja idässä Pohjanpitäjänlahteen. Etelässä alue tukeutuu merkittävään Hangontiehen, joka yhdistää kaupunginosan yhtenäiseen kaupunkirakenteeseen. Österbyn Pohjoisosassa sijaitsee kaunis ja ympäristön kannalta tärkeä sekametsä, joka toimii samalla lähivirkistysalueena. Österbyn alue on kaunis ja merkittävä asuinalue, jossa vallitsee omakotitalojen keskittymä. Kuvissa 15–17 on esitetty aluetta tarkemmin.



Kuva 15. Österbyn kaupunginosan sijainti eteläisen Raaseporin kaupunkirakenteessa (Paikkatietoikkuna 2014).



Kuva 16. Ilmakuva Österbyn kaupunginosasta (Paikkatietoikkuna 2014).

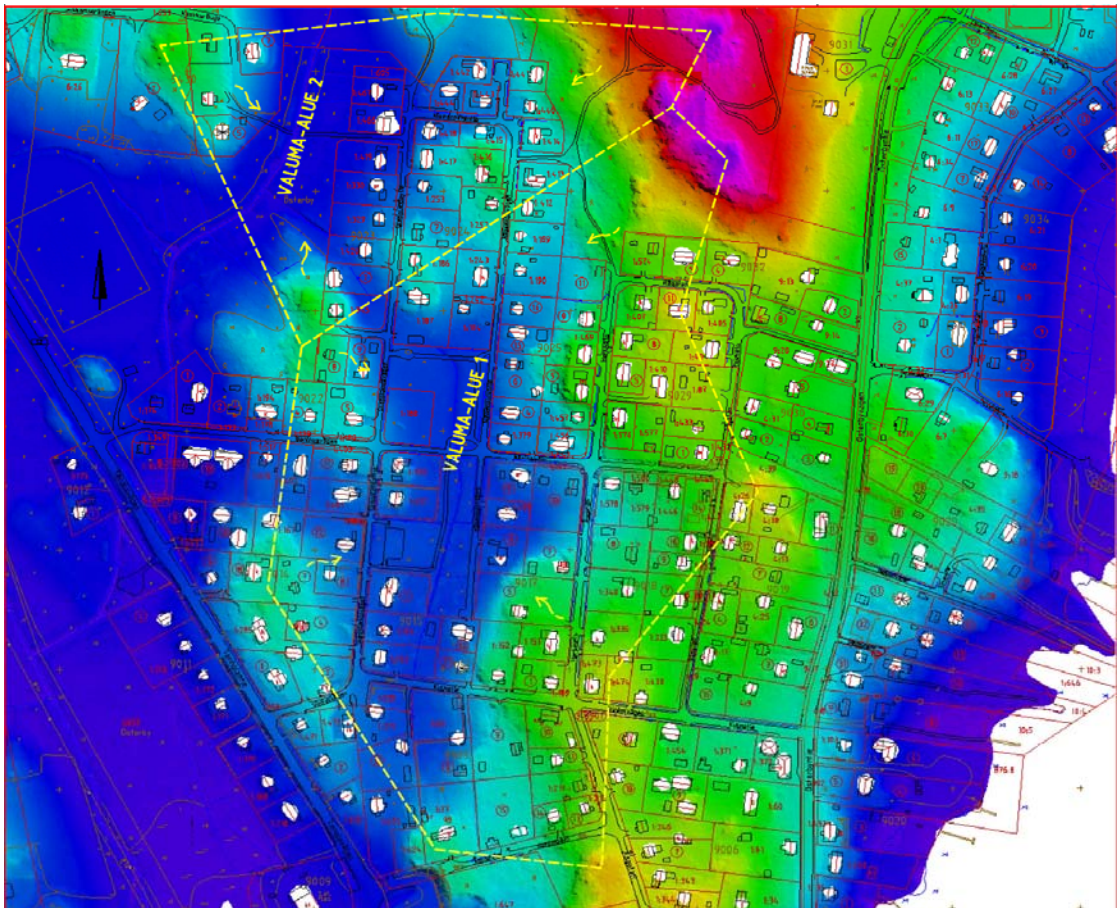


Kuva 17. Havainnekuva Österbyn-asemakaavasta (Raaseporin kaupunki 2014, muokattu 7.4.2014) Tämä kuva on esitetty tarkemmin liitteessä 1.

Tämän lisäksi Österbyn välittömässä läheisyydessä sijaitsee koillissuunnassa Sjövik ja lounaassa Västerby. Alue on pinta-alaltaan noin 33 hehtaaria, joka pääasiassa on rakennettua ympäristöä.

5.2 Alueen topografia

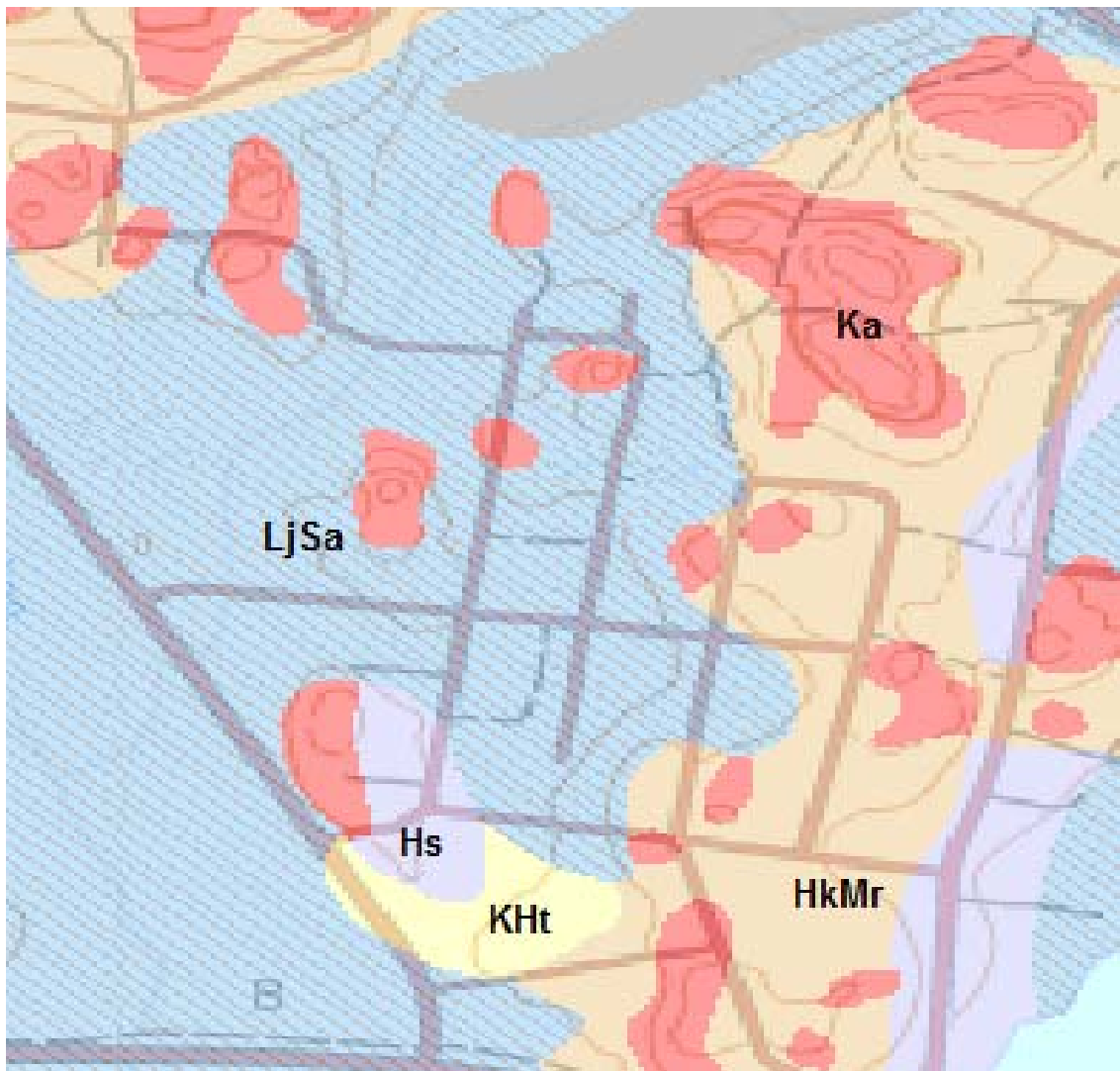
Tutkittavan alueen itäosa on suurimmaksi osaksi yli 13 metrin korkeudessa, josta maanpinta laskee Pohjanpitäjänlahteen. Pohjoisosassa maanpinta laskee nimettömään ojaan, joka virtaa alueen koillisosaan Tenholantien alitse Västerbyn ojaan. Länsi- ja lounaisosassa maanpinta on hyvin vaihtelevaa ja epätasaista. Suurin osa alueesta sijoittuu 2–15 metrin korkeustasolle merenpinnasta. Kuvissa 17 ja 18 on esitetty tarkemmin alueen topografiaa.



Kuva 18. Österbyn asemakaava-alueen maanpinnan muoto laser-aineistoa apuna käyttäen (Maanmittauslaitos 2014, muokattu 7.4.2014). Tämä kuva on esitetty tarkemmin liitteessä 2.

5.3 Österbyn maaperä

Österbyn asemakaava-alueen maaperä on melko vaihtelevaa ja koostuu pääosin rannikkoseudulle tyypillisestä matalalla olevasta liejuisesta savimaasta, josta korkeat kallioiset (Ka) sekä osin hiekkamoreenin (HkMr) peitossa olevat rinteet kohoavat. Alueen koillisosassa rinteiden välissä esiintyy hiesua (Hs) ja karkeaa hietamaata (KHt). Kuvassa 19 on esitetty tarkemmin alueen maaperää.



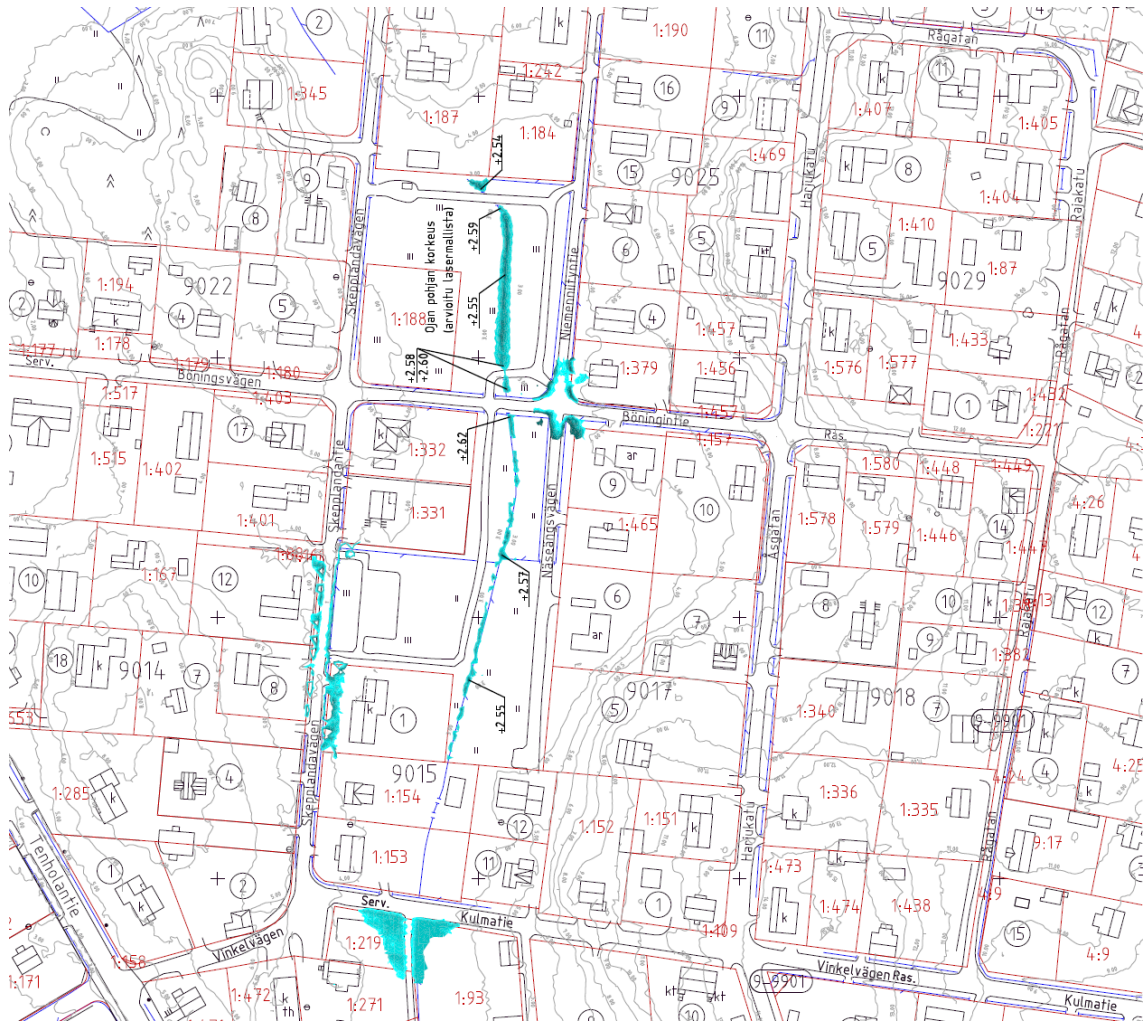
Kuva 19. Maalajien esiintyminen Österbyn asemakaava-alueella (Paikkatietoikkuna 2014).

Vallitsevasta liejuisesta savimaasta päätellen sade- ja sulamisvesien imeytyminen alueen maaperään on hidasta ja epävarmaa.

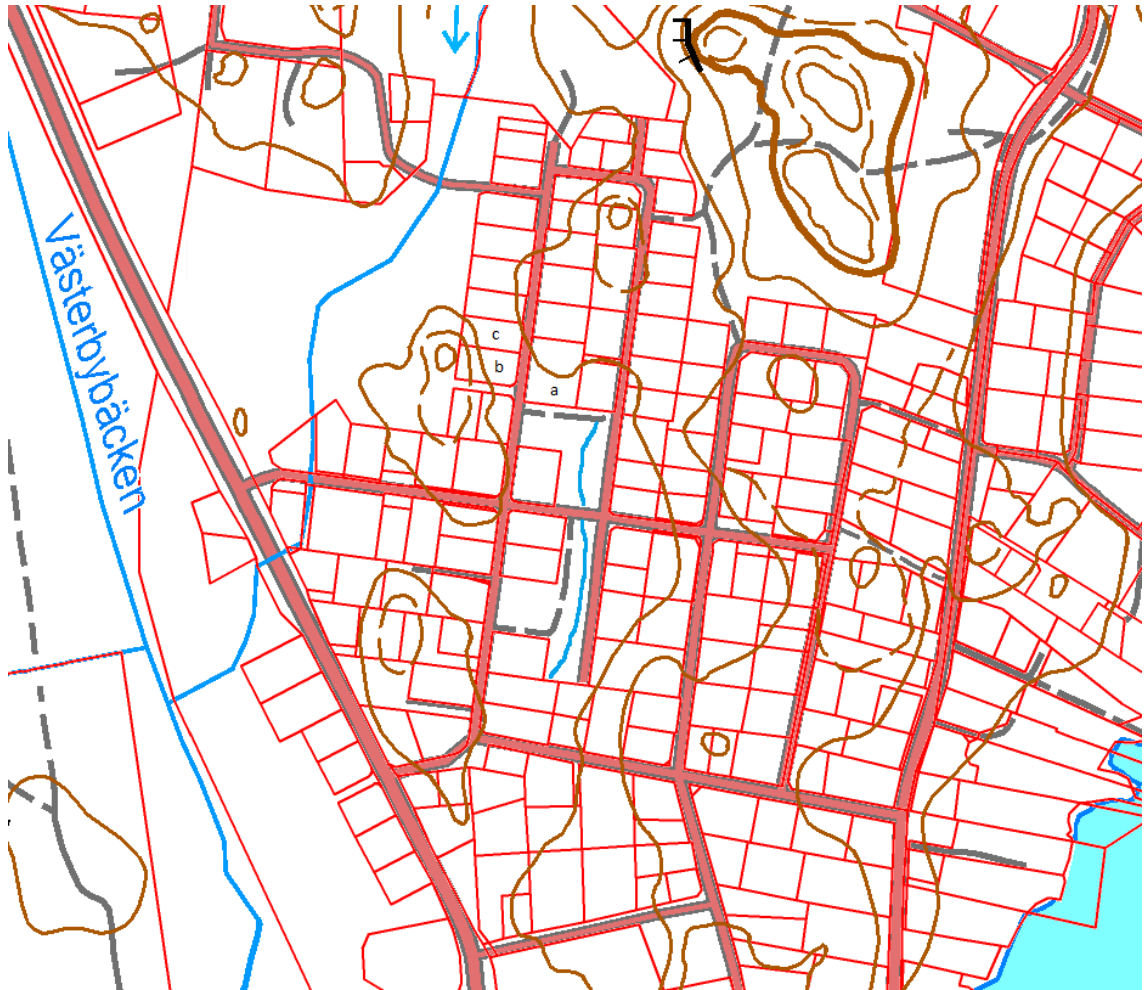
5.4 Alueen hulevesimallinnus ja nykytila

Valuma-alue on jaettu kahteen eri osaan. Tässä opinnäytetyössä tutkitaan ensimmäisellä valuma-alueella olevia ongelmia. Valuma-alueella sijaitsee nimetön oja, jonka jatkuvuus on katkaistu rakennetun ympäristön takia. Valuma-alueella yksi hulevesiä syntyy rakennetuilla ja muilla kovilla pinnoilla. Valuma-alueella kaksi hulevesiä syntyy pääosin avarasta maastosta ja korkeista rinteistä. Kuvassa 18 on esitetty jako valuma-alueisiin.

Liitteessä kaksi esitetyssä asemakaava-alueen topografiasta huomataan, että huleveden luonnon mukainen kulkeutuminen ensimmäisellä valuma-alueella on katkaistu rakennetun ympäristön myötä. Tästä johtuen rakennettujen rinteiden väliin valuva hulevesi kertyy ja alkaa tulvia, mikä aiheuttaa haittaa ympäristölle ja ihmisille. Kuvassa 20 on esitetty alueen kokonaisuutta ja kriittisimpiä kohtia tulvimiselle. Kuvassa 21 on esitetty kiinteistöjen sijoittuminen maastossa.



Kuva 20. Asemakaavaa-alueen yksityiskohtaiset tulva- ja lammikoitumisalueet (Raasepori 2014, muokattu 7.4.2014) Tämä kuva on esitetty tarkemmin liittees-
sä 3.



Kuva 21. Kiinteistöjen sijoittuminen maastossa (Paikkatietoikkuna 2014, muokattu 14.4.2014).

Oleellisin vaikuttava tekijä on asemakaava-alueen topografia eli rinteiden kaltevuus. Edellä esitetyistä kuvista huomataan, että asemakaavoituksessa ei ole otettu tarpeeksi huomioon alueen vaihtelevaa topografiaa. Kadut, jotka sijaitsevat kohtisuoraan korkeuskäyriä vastaan, aiheuttavat alueella suuria korkeuseroja. Tämä vaikeuttaa hulevesien luonnollista virtaamista aiheuttaen nopeasti suuren määrän pintavaluntaa.

5.5 Katu-alue

Tutkittavan kohteen katuverkosto koostuu suurimmaksi osaksi sorapinnoitetuista tonttikaduista. Sorapintojen kunto on hyvä muutamia roudan aiheuttamia kuoppia lukuun ottamatta. Osa asemakaava-alueen kaduista on päällystetty, muttei kokonaan. Kadut ovat rakennettu harjakalteviksi, ja ne viettävät katujen varrella kulkeviin nurmetettuihin painanteisiin, joita pitkin sade- ja sulamisvedet kulkevat.

Katujen alitukseen ja tonttiliittymiin on painanteiden yhdistämiseksi rakennettu sadevesirumpuja. Kuitenkin osassa tonttiliittymistä on oikeanlaista rakentamistapaa laiminlyöty rumpujen puuttumisella, minkä takia vesi ei pääse virtaamaan sivuoja pitkin. Kuvissa 22–27 on esitelty tarkemmin painanteiden jatkuvuuden ja huleveden hallinnan puutteellisuutta.



Kuva 22. Punaisella merkittyihin alueisiin lammikoituu sade- ja sulamisvedet.



Kuva 23. Huonosti kunnossapidetty piennar estää hulevesien johtumisen painanteeseen.



Kuva 24. Painanteen tasaisuus ja puuttuva rumpu aiheuttaa lammikoitumista kadulla.



Kuva 25. Hulevesien johtuminen Kulmatien ja Skepplandantien risteysalueella aiheuttaa lammikoitumista.

Edellä esitettyjen kuvien perusteella sade- ja sulamisvedet kulkeutuvat hallitsemattomasti ja aiheuttavat suuria lammikoita sekä tulvia katuverkostossa. Tämän lisäksi painanteiden ylläpitoa on laiminlyöty, minkä takia ne ovat kasvaneet umpeen ja näin ne estävät hulevesien kulkeutumisen ojia pitkin. Katualueelle ei ole rakennettu yhtenäistä sadevesiviemäriverkostoa vaikean maaston takia, joten tonttien kuivatus on ratkaistu sekaviemäroinnin avulla. Osa tonteista kuitenkin kuivattaa sade- ja sulamisvetensä kadun varrella olevaan ojaan. Tämän lisäksi alueen tonttiliittymät on rakennettu puutteellisesti, mikä on johtanut ojien jatkuvuuden puuttumiseen.

Asemakaava alueen suurin ongelmakohta sijaitsee Böningintien ja Niemenniityntien risteysalueella, jossa sade- ja sulamisvedet valuvat idästä, pohjoisesta ja lännestä. Risteysalue on asemakaavan matalimpia. Niemenniityntien rinnalle on rakennettu nimetön oja, jonka virtaussuunta on pohjoiseen tien suuntaisesti. Ojan pituuskaltevuus on häiriintynyt, minkä takia veden virtaus on pysähtynyt. Tällöin ojassa kulkeva vesi tulvii ympärillä olevaan maastoon.



Kuva 26. Böningin- ja Niemenniityntien risteys pohjoissuuntaan.



Kuva 27. Böningin- ja Niemenniityntien risteys länsisuuntaan.

Österbyn asemakaava-alueen ojan virtauksen ongelmana on korkeammalla sijaitseva maasto, joka on rakennettu asumista varten. Skepplandantien varrella olevat tontit tuovat haastetta ojalle, minkä takia oja on yhdistetty maanalaisella putkella Skepplandantien ja sen varrella olevien tonttien alta. Kiinteistöjako-kartasta huomaa (kuva 21), että ojan luonnollisen jatkuvuuden esteenä ovat kiinteistöt a, b ja c. Oja olisi pitänyt jättää luonnolliseen tilaansa kaavoitusvaiheessa ja suunnitella asemakaava ojaa mukaillen. Liitteestä 2 huomaa myös, että ojalla ei ole pituuskaltevuutta tarpeeksi, minkä takia veden virtaussuunta on epävarma ja pysähtynyt.

Toinen kriittinen alue tulvimiselle on Kulmatien ja Skepplandantien risteys. Ongelmana ovat korkeammalla olevan maaston väliin jäävät tontit ja tonteille johtavan tien sijainti. Liitteessä 2 on esitetty tämänhetkistä tilannetta tarkemmin.

5.6 Hulevesien hallinnan vaihtoehtojen vertailu

Hulevesien määrän vähentäminen Österbyn asemakaava-alueella voidaan todeta vaikeaksi keinoksi toteuttaa rakennetun ympäristön vuoksi. Tämän lisäksi alueella vallitseva erittäin vaikea maasto ja suuret korkeuserot vaikeuttavat tilannetta entisestään. Hulevesien määrän vähentäminen vaatisi maankäytöltä paikallisia aluevarauksia kasvillisuus- ja imeytysalueita varten. Hulevesien imeytysperiaate vaatii alueella pohjatutkimuksia sekä pohjaveden pinnankorkeuden että virtaussuunnan selvittämisen, jotta päästäisiin selville voidaanko hulevesiä imeyttää alueella. Tämä vaatii aikaa ja resursseja ennen kuin saataisiin luotettavia tuloksia. Tämän lisäksi hulevesien imeytysrakenteet vaativat jatkuvasti ylläpitoa. Toisaalta alueella vallitseva liejuinen savimaa ei tue ajatusta hulevesien imeyttämisen jatkoselvityksiä varten. Asemakaava-alueella ei ole aikanaan varauduttu riittävään tilaan, joka tarvitaan imeytysratkaisulle. Tämän vuoksi sellaisen toteuttaminen ei yleensä onnistu vanhoilla asemakaava-alueilla.

Hulevesien viivyttäminen on helpoin ja järkevin menettelytapa hulevesien hallitsemiselle Österbyn alueella. Katuverkoston ojien parantaminen sekä jatkuvuus ovat alueen ympäristön kuormituksen kannalta vaivattomia ja helpoimpia pa-

rannustoimenpiteitä. Katuverkoston painanteiden yhtenäistämällä voidaan kuljettaa valuma-alueen vedet Niemenniityntien varrella olevaan ojaan. Ojan ympärillä on riittävästi tilaa esimerkiksi pienien kosteikkojen, lampien ja tulvasanteiden suunnittelua varten. Liitteeseen 2 perustuen ojalle voidaan suunnitella uoman linjauksen mutkistamista parannustoimenpiteenä, jonka rinnalle voidaan rakentaa tulvasanteita uoman eri kohtiin. Tämä mahdollistaa virtausnopeuden hidastumisen ja veden pinta-alan laajentumisen, mikä nopeuttaa veden haihtumista takaisin ilmakehään. Uoman turvallisen sijainnin lisäksi tulvasanteiden avulla voidaan virtaamien huiput ja tulvatilanteet paremmin hallita, jolloin se toimii samalla alueen tulvareittinä.

Raaseporin kaupungin teknisten asiantuntijoiden kanssa käydyssä kokouksessa päädyttiin Österbyn asemakaava-alueen hulevesien hallinnan kehittämistoimenpiteinä viivyttämisen ja uoman linjauksen parantamiseen. Hulevesien viivyttäminen ja painanteiden parantaminen on Österbyn asemakaava-alueen kannalta edullisin ja vähiten kuormittavin toimenpide Raaseporin kaupungin, suunnittelijoiden ja rakentajien näkökulman kannalta.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Heti työn alussa huomaa tarkastelukohteen hulevesien hallinnan suunnittelun tulevan olemaan hyvin rajoittunut, koska aluetta ympäröivä rakennettu maankäyttö ja topografia olivat hyvin haasteelliset. Tämän lisäksi maaperäolosuhteet olivat epävarmat ja erittäin vaikeat hulevesien hallinnan ratkaisujen kannalta. Tästä johtuen päädyttiin ratkaisemaan hulevesistä johtuvat ongelmat luonnonmukaisia menetelmiä lähestyen. Projektin tuloksena saatiin tuotua esiin tarkat ja tavoitteiden mukaiset esitykset projektin jatkosuunnittelua varten. Alustavat esitykset pitävät sisällään asemakaava-alueen hulevesien ongelma-alueet mallinnuksia apuna käyttäen.

Tulevaisuudessa pitäisi pyrkiä valuma-aluelähtöiseen maankäytönsuunnitteluun ja pyrkiä hallitsemaan hulevesiä luonnonmukaisia menetelmiä käyttäen. Uusien asemakaava-alueiden suunnittelussa on ensisijaisesti pyrittävä vähentämään hulevesien muodostumista. Huleveden määrän vähentäminen voidaan toteuttaa paremmalla maankäytön suunnittelulla, jolloin alueen luontaista kasvillisuutta pyritään säilyttämään ja vettä läpäisemättömiä pintoja vähentämään. Tämä on otettava kaava-alueella huomioon varaamalla tilaa erilaisia hulevesien hallintamenetelmiä varten. Tämän lisäksi uuden asemakaava-alueen topografialla pitäisi pyrkiä pitämään korkeuserot minimissään, jolloin virtausnopeudet pysyvät maltillisina.

Maankäytön suunnittelussa on pyrittävä myös lähestymään keinoja, joilla hulevesiä voisi imeyttää maaperään. Olisi tärkeää selvittää uuden asemakaava-alueen mahdollisuuksia imeyttämiseksi tekemällä pohjatutkimuksia maankäytöllisesti järkevistä paikoista. Imeyttämisen tukemiseksi voidaan suunnitella hulevesien viivytyksrakenteita, jonka avulla hulevedenvirtausta hidastetaan ja pidätetään. Veden hydrologisen kiertokulun kannalta ihanteellinen tilanne olisi se, ettei hulevesiä tarvitsisi johtaa pois alueelta. Tällä tavalla päästään mahdollisimman lähelle ennen rakentamista vallinnutta tilaa.

Tulevaisuudessa on aina varauduttava taajamatulviin. Tästä johtuen kaupunkien ja kuntien täytyy uusilla ja vanhoilla asemakaava-alueilla ottaa huomioon tulvareitti. Tulvareittien suunnittelun avulla ehkäistään ihmisille ja ympäristölle aiheutuvaa haittaa. Uusilla asemakaava-alueilla voitaisiin katujen tasauksien suunnittelulla varmistaa suurien virtaamahuippujen johtaminen turvalliselle tulvimisalueelle. Asemakaavoituksessa pitää myös varata tilaa tulvimisalueita varten. Tämän tueksi kuntien ja kaupunkien olisi kannattavaa asettaa yhteisiä tavoitteita hulevesille. Hulevesiin liittyvien asioiden yhtenäistäminen ja helpottaminen esimerkiksi kunnollisella hulevesistrategialla voi auttaa ennalta ehkäisemään ongelmia tulevaisuudessa.

Österbyn asemakaava-alueen hulevesien tutkimisessa käytettiin apuna maanmittauslaitoksen jakamaa laserkeilausaineistoa. Laserkeilausaineiston avulla pystyttiin esittämään alueen vaikeimmat ongelmakohdat ilman erillistä tarkemittausta. Aineiston pienestä virheellisyydestä huolimatta voidaan erilaisia ja monimuotoisia selvityksiä sekä luonnostason ratkaisuja saada aikaiseksi. Tämän lisäksi sen käyttäminen tulevaisuudessa uusien asemakaava-alueiden suunnittelun tukena on oivallinen työväline veden hydrologisen kiertokulun selvittämiseksi. Tämän avulla voidaan helposti todeta alueen topografiaa ja hulevesien kulkeutumista alueella.

Österbyn asemakaava-alueen hulevesien hallintaan perehtyminen ja ratkaisuiden etsiminen on ollut todella mielenkiintoista ja opettavaista. Haluaisin päälimmäiseksi painottaa yhteistyön merkityksen hulevesien hallintaa suunniteltaessa. Tulevaisuudessa yhteistyön tärkeys eri osapuolten kanssa tulee korostumaan varsinkin maankäytön suunnittelun eri vaiheissa. Huleveden hallintaa suunniteltaessa on erittäin tärkeää keskustella avoimesti suunnittelijoiden ja kaavoittajien kanssa. Tulevaisuudessa on varsin tärkeää aloittaa valuma-aluelähtöinen maankäytön suunnittelu. Tällä tavoin kuormitetaan ympäristöä mahdollisimman vähän ja luodaan Suomelle kestävämpää kehitystä sekä viihtyisämpää että tehokkaampaa kaupunkiympäristöä.

LÄHTEET

Eskola, R. ja Tahvonen, O. 2010. Hulevedet rakennetussa viherympäristössä. Hämeenlinna: Hämeen ammattikorkeakoulu, viitattu 10.2.2014.

Helsingin kaupunki 2008. Helsingin kaupungin tulvastrategia. Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston yleissuunnittelutosaston selvityksiä 2010:1. Viitattu 15.1.2014 <http://www.hel.fi> > hel2 > ksv > julkaisut > yos_2010-1.

Helsingin kaupunki 2013. Taajamien hulevedet. Viitattu 17.1.2014. www.hel.fi/hki/ymk/fi/uutiset/taajamien+hulevedet

Ilta-lehti 2013. Ilta-lehden tv-uutiset. Viitattu 28.7.2013 www.iltalehti.fi/iltvuutiset/20130726028015273_v0.shtml.

Ilta-lehti 2013. Uutiset. Viitattu 28.7.2013 www.iltalehti.fi/uutiset/2013072617299967_uu.shtml.

Maanmittauslaitos 2014. Laserkeilausaineisto. Tulostettu 15.3.2014 www.maanmittauslaitos.fi > Digituotteet > Laserkeilausaineisto.

Paikkatietoikkuna 2014. Viitattu 11.3.2014. www.paikkatietoikkuna.fi > web > fi > kartta.

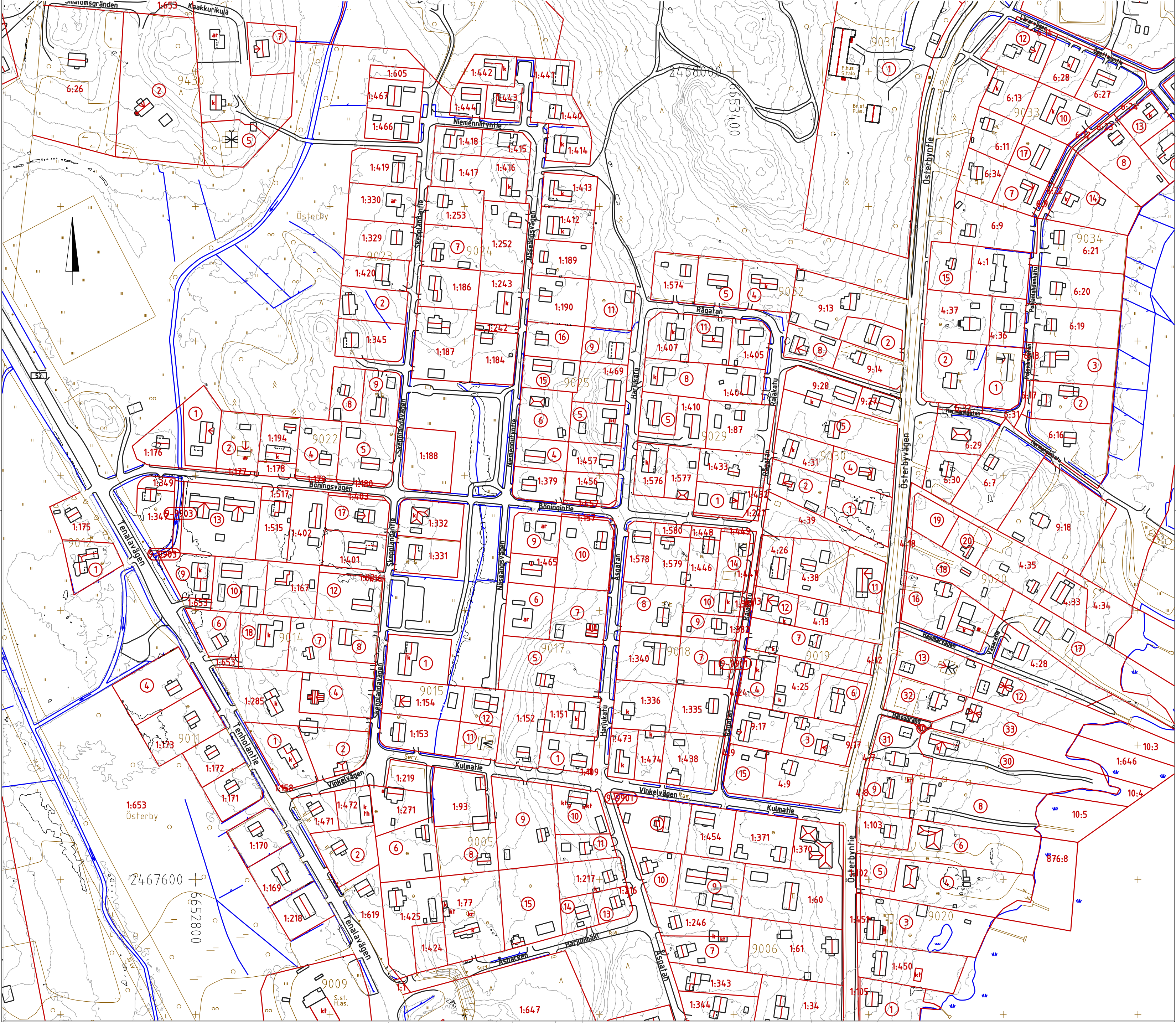
Raaseporin kaupunki 2013. Asuminen ja rakentaminen. Viitattu 10.1.2014 www.raasepori.fi > Palvelut > Asuminen ja rakentaminen.

Suomen kuntatekniikan yhdistys Katu 2002. Helsinki 2003, luettu 9.2.2014.


Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL R.Y. RIL 124-1 vesihuolto 1. Helsinki 2003, luettu 10.2.2014.


Suomen ympäristökeskus 2008. Ratu 31/2008 rankkasateet ja taajamatulvat. Luettu 11.2.2014.


Ympäristöhallinto 2013. Hulevesien laatu ja vaikutukset. Viitattu 26.1.2014 www.ymparisto.fi > Vesi ja meri > Vesien ja merensuojelu > Yhdyskunnat ja hajaasutus > Hulevesien hallinnan kehittäminen > Hulevesien laatu ja vaikutukset.





Koordinaattijärjestelmä: ETRS-GK24


Beställare / Tilaja		Ritnings klass / Piirustuslaji	
		Ritningens innehåll / Piirustuksen sisältö	Skala / Mittakaava
Projektinformation / Projektiin tiedot	EKENÄS / TAMMISAARI	ASEMPIIRUSTUS	
		1:2000	
Österbyns asemakaava		Tid och plats / Aika ja paikka	
		7.4.2014 RAISIO	
		Underskrifter / Allekirjoitukset	
		Planerare - Ritad / Suunnittelija - Pirttäjä	
		Haider Al-Rammahi	
		Godkänd / Hyväksynyt	
		Jarmo Lennola	
		Arkvi. nr. / Ark. n:o	
		Ritning nr. / Piir. n:o	


Beställare / Tilaja		Ritnings klass / Piirustuslaji	
		Ritningens innehåll / Piirustuksen sisältö	Skala / Mittakaava
Projektinformation / Projektiin tiedot	EKENÄS / TAMMISAARI	ASEMPIIRUSTUS	
		1:2000	
Österbyns asemakaava		Tid och plats / Aika ja paikka	
		7.4.2014 RAISIO	
		Underskrifter / Allekirjoitukset	
		Planerare - Ritad / Suunnittelija - Pirttäjä	
		Haider Al-Rammahi	
		Godkänd / Hyväksynyt	
		Jarmo Lennola	
		Arkvi. nr. / Ark. n:o	
		Ritning nr. / Piir. n:o	


Beställare / Tilaja		Ritnings klass / Piirustuslaji	
		Ritningens innehåll / Piirustuksen sisältö	Skala / Mittakaava
Projektinformation / Projektiin tiedot	EKENÄS / TAMMISAARI	ASEMPIIRUSTUS	
		1:2000	
Österbyns asemakaava		Tid och plats / Aika ja paikka	
		7.4.2014 RAISIO	
		Underskrifter / Allekirjoitukset	
		Planerare - Ritad / Suunnittelija - Pirttäjä	
		Haider Al-Rammahi	
		Godkänd / Hyväksynyt	
		Jarmo Lennola	
		Arkvi. nr. / Ark. n:o	
		Ritning nr. / Piir. n:o	


Beställare / Tilaja		Ritnings klass / Piirustuslaji	
		Ritningens innehåll / Piirustuksen sisältö	Skala / Mittakaava
Projektinformation / Projektiin tiedot	EKENÄS / TAMMISAARI	ASEMPIIRUSTUS	
		1:2000	
Österbyns asemakaava		Tid och plats / Aika ja paikka	
		7.4.2014 RAISIO	
		Underskrifter / Allekirjoitukset	
		Planerare - Ritad / Suunnittelija - Pirttäjä	
		Haider Al-Rammahi	
		Godkänd / Hyväksynyt	
		Jarmo Lennola	
		Arkvi. nr. / Ark. n:o	
		Ritning nr. / Piir. n:o	


Beställare / Tilaja		Ritnings klass / Piirustuslaji	
		Ritningens innehåll / Piirustuksen sisältö	Skala / Mittakaava
Projektinformation / Projektiin tiedot	EKENÄS / TAMMISAARI	ASEMPIIRUSTUS	
		1:2000	
Österbyns asemakaava		Tid och plats / Aika ja paikka	
		7.4.2014 RAISIO	
		Underskrifter / Allekirjoitukset	
		Planerare - Ritad / Suunnittelija - Pirttäjä	
		Haider Al-Rammahi	
		Godkänd / Hyväksynyt	
		Jarmo Lennola	
		Arkvi. nr. / Ark. n:o	
		Ritning nr. / Piir. n:o	


Beställare / Tilaja		Ritnings klass / Piirustuslaji	
		Ritningens innehåll / Piirustuksen sisältö	Skala / Mittakaava
Projektinformation / Projektiin tiedot	EKENÄS / TAMMISAARI	ASEMPIIRUSTUS	
		1:2000	
Österbyns asemakaava		Tid och plats / Aika ja paikka	
		7.4.2014 RAISIO	
		Underskrifter / Allekirjoitukset	
		Planerare - Ritad / Suunnittelija - Pirttäjä	
		Haider Al-Rammahi	
		Godkänd / Hyväksynyt	
		Jarmo Lennola	
		Arkvi. nr. / Ark. n:o	
		Ritning nr. / Piir. n:o	


Beställare / Tilaja		Ritnings klass / Piirustuslaji	
		Ritningens innehåll / Piirustuksen sisältö	Skala / Mittakaava
Projektinformation / Projektiin tiedot	EKENÄS / TAMMISAARI	ASEMPIIRUSTUS	
		1:2000	
Österbyns asemakaava		Tid och plats / Aika ja paikka	
		7.4.2014 RAISIO	
		Underskrifter / Allekirjoitukset	
		Planerare - Ritad / Suunnittelija - Pirttäjä	
		Haider Al-Rammahi	
		Godkänd / Hyväksynyt	
		Jarmo Lennola	
		Arkvi. nr. / Ark. n:o	
		Ritning nr. / Piir. n:o	


Beställare / Tilaja		Ritnings klass / Piirustuslaji	
		Ritningens innehåll / Piirustuksen sisältö	Skala / Mittakaava
Projektinformation / Projektiin tiedot	EKENÄS / TAMMISAARI	ASEMPIIRUSTUS	
		1:2000	
Österbyns asemakaava		Tid och plats / Aika ja paikka	
		7.4.2014 RAISIO	
		Underskrifter / Allekirjoitukset	
		Planerare - Ritad / Suunnittelija - Pirttäjä	
		Haider Al-Rammahi	
		Godkänd / Hyväksynyt	
		Jarmo Lennola	
		Arkvi. nr. / Ark. n:o	
		Ritning nr. / Piir. n:o	


Beställare / Tilaja		Ritnings klass / Piirustuslaji	
		Ritningens innehåll / Piirustuksen sisältö	Skala / Mittakaava
Projektinformation / Projektiin tiedot	EKENÄS / TAMMISAARI	ASEMPIIRUSTUS	
		1:2000	
Österbyns asemakaava		Tid och plats / Aika ja paikka	
		7.4.2014 RAISIO	
		Underskrifter / Allekirjoitukset	
		Planerare - Ritad / Suunnittelija - Pirttäjä	
		Haider Al-Rammahi	
		Godkänd / Hyväksynyt	
		Jarmo Lennola	
		Arkvi. nr. / Ark. n:o	
		Ritning nr. / Piir. n:o	


Beställare / Tilaja		Ritnings klass / Piirustuslaji	
		Ritningens innehåll / Piirustuksen sisältö	Skala / Mittakaava
Projektinformation / Projektiin tiedot	EKENÄS / TAMMISAARI	ASEMPIIRUSTUS	
		1:2000	
Österbyns asemakaava		Tid och plats / Aika ja paikka	
		7.4.2014 RAISIO	
		Underskrifter / Allekirjoitukset	
		Planerare - Ritad / Suunnittelija - Pirttäjä	
		Haider Al-Rammahi	
		Godkänd / Hyväksynyt	
		Jarmo Lennola	
		Arkvi. nr. / Ark. n:o	
		Ritning nr. / Piir. n:o	


Beställare / Tilaja		Ritnings klass / Piirustuslaji	
		Ritningens innehåll / Piirustuksen sisältö	Skala / Mittakaava
Projektinformation / Projektiin tiedot	EKENÄS / TAMMISAARI	ASEMPIIRUSTUS	
		1:2000	
Österbyns asemakaava		Tid och plats / Aika ja paikka	
		7.4.2014 RAISIO	
		Underskrifter / Allekirjoitukset	
		Planerare - Ritad / Suunnittelija - Pirttäjä	
		Haider Al-Rammahi	
		Godkänd / Hyväksynyt	
		Jarmo Lennola	
		Arkvi. nr. / Ark. n:o	
		Ritning nr. / Piir. n:o	


Beställare / Tilaja		Ritnings klass / Piirustuslaji	
		Ritningens innehåll / Piirustuksen sisältö	Skala / Mittakaava
Projektinformation / Projektiin tiedot	EKENÄS / TAMMISAARI	ASEMPIIRUSTUS	
		1:2000	
Österbyns asemakaava		Tid och plats / Aika ja paikka	
		7.4.2014 RAISIO	
		Underskrifter / Allekirjoitukset	
		Planerare - Ritad / Suunnittelija - Pirttäjä	
		Haider Al-Rammahi	
		Godkänd / Hyväksynyt	
		Jarmo Lennola	
		Arkvi. nr. / Ark. n:o	
		Ritning nr. / Piir. n:o	


Beställare / Tilaja		Ritnings klass / Piirustuslaji	
		Ritningens innehåll / Piirustuksen sisältö	Skala / Mittakaava
Projektinformation / Projektiin tiedot	EKENÄS / TAMMISAARI	ASEMPIIRUSTUS	
		1:2000	
Österbyns asemakaava		Tid och plats / Aika ja paikka	
		7.4.2014 RAISIO	
		Underskrifter / Allekirjoitukset	
		Planerare - Ritad / Suunnittelija - Pirttäjä	
		Haider Al-Rammahi	
		Godkänd / Hyväksynyt	
		Jarmo Lennola	
		Arkvi. nr. / Ark. n:o	
		Ritning nr. / Piir. n:o	


Beställare / Tilaja		Ritnings klass / Piirustuslaji	
		Ritningens innehåll / Piirustuksen sisältö	Skala / Mittakaava
Projektinformation / Projektiin tiedot	EKENÄS / TAMMISAARI	ASEMPIIRUSTUS	
		1:2000	
Österbyns asemakaava		Tid och plats / Aika ja paikka	
		7.4.2014 RAISIO	
		Underskrifter / Allekirjoitukset	
		Planerare - Ritad / Suunnittelija - Pirttäjä	
		Haider Al-Rammahi	
		Godkänd / Hyväksynyt	
		Jarmo Lennola	
		Arkvi. nr. / Ark. n:o	
		Ritning nr. / Piir. n:o	


Beställare / Tilaja		Ritnings klass / Piirustuslaji	
		Ritningens innehåll / Piirustuksen sisältö	Skala / Mittakaava
Projektinformation / Projektiin tiedot	EKENÄS / TAMMISAARI	ASEMPIIRUSTUS	
		1:2000	
Österbyns asemakaava		Tid och plats / Aika ja paikka	
		7.4.2014 RAISIO	
		Underskrifter / Allekirjoitukset	
		Planerare - Ritad / Suunnittelija - Pirttäjä	
		Haider Al-Rammahi	
		Godkänd / Hyväksynyt	
		Jarmo Lennola	
		Arkvi. nr. / Ark. n:o	
		Ritning nr. / Piir. n:o	


Beställare / Tilaja		Ritnings klass / Piirustuslaji	
		Ritningens innehåll / Piirustuksen sisältö	Skala / Mittakaava
Projektinformation / Projektiin tiedot	EKENÄS / TAMMISAARI	ASEMPIIRUSTUS	
		1:2000	
Österbyns asemakaava		Tid och plats / Aika ja paikka	
		7.4.2014 RAISIO	
		Underskrifter / Allekirjoitukset	
		Planerare - Ritad / Suunnittelija - Pirttäjä	
		Haider Al-Rammahi	
		Godkänd / Hyväksynyt	
		Jarmo Lennola	
		Arkvi. nr. / Ark. n:o	
		Ritning nr. / Piir. n:o	


Beställare / Tilaja		Ritnings klass / Piirustuslaji	
		Ritningens innehåll / Piirustuksen sisältö	Skala / Mittakaava
Projektinformation / Projektiin tiedot	EKENÄS / TAMMISAARI	ASEMPIIRUSTUS	
		1:2000	
Österbyns asemakaava		Tid och plats / Aika ja paikka	
		7.4.2014 RAISIO	
		Underskrifter / Allekirjoitukset	
		Planerare - Ritad / Suunnittelija - Pirttäjä	
		Haider Al-Rammahi	
		Godkänd / Hyväksynyt	
		Jarmo Lennola	
		Arkvi. nr. / Ark. n:o	
		Ritning nr. / Piir. n:o	


Beställare / Tilaja		Ritnings klass / Piirustuslaji	
		Ritningens innehåll / Piirustuksen sisältö	Skala / Mittakaava
Projektinformation / Projektiin tiedot	EKENÄS / TAMMISAARI	ASEMPIIRUSTUS	
		1:2000	
Österbyns asemakaava		Tid och plats / Aika ja paikka	
		7.4.2014 RAISIO	
		Underskrifter / Allekirjoitukset	
		Planerare - Ritad / Suunnittelija - Pirttäjä	
		Haider Al-Rammahi	
		Godkänd / Hyväksynyt	
		Jarmo Lennola	
		Arkvi. nr. / Ark. n:o	
		Ritning nr. / Piir. n:o	


Beställare / Tilaja		Ritnings klass / Piirustuslaji	
		Ritningens innehåll / Piirustuksen sisältö	Skala / Mittakaava
Projektinformation / Projektiin tiedot	EKENÄS / TAMMISAARI	ASEMPIIRUSTUS	
		1:2000	
Österbyns asemakaava		Tid och plats / Aika ja paikka	
		7.4.2014 RAISIO	
		Underskrifter / Allekirjoitukset	
		Planerare - Ritad / Suunnittelija - Pirttäjä	
		Haider Al-Rammahi	
		Godkänd / Hyväksynyt	
		Jarmo Lennola	
		Arkvi. nr. / Ark. n:o	
		Ritning nr. / Piir. n:o	


Beställare / Tilaja		Ritnings klass / Piirustuslaji	
		Ritningens innehåll / Piirustuksen sisältö	Skala / Mittakaava
Projektinformation / Projektiin tiedot	EKENÄS / TAMMISAARI	ASEMPIIRUSTUS	
		1:2000	
Österbyns asemakaava		Tid och plats / Aika ja paikka	
		7.4.2014 RAISIO	
		Underskrifter / Allekirjoitukset	
		Planerare - Ritad / Suunnittelija - Pirttäjä	
		Haider Al-Rammahi	
		Godkänd / Hyväksynyt	
		Jarmo Lennola	
		Arkvi. nr. / Ark. n:o	
		Ritning nr. / Piir. n:o	


Beställare / Tilaja		Ritnings klass / Piirustuslaji	
		Ritningens innehåll / Piirustuksen sisältö	Skala / Mittakaava
Projektinformation / Projektiin tiedot	EKENÄS / TAMMISAARI	ASEMPIIRUSTUS	
		1:2000	
Österbyns asemakaava		Tid och plats / Aika ja paikka	
		7.4.2014 RAISIO	
		Underskrifter / Allekirjoitukset	
		Planerare - Ritad / Suunnittelija - Pirttäjä	
		Haider Al-Rammahi	
		Godkänd / Hyväksynyt	
		Jarmo Lennola	
		Arkvi. nr. / Ark. n:o	
		Ritning nr. / Piir. n:o	


Beställare / Tilaja		Ritnings klass / Piirustuslaji	
		Ritningens innehåll / Piirustuksen sisältö	Skala / Mittakaava
Projektinformation / Projektiin tiedot	EKENÄS / TAMMISAARI	ASEMPIIRUSTUS	
		1:2000	
Österbyns asemakaava		Tid och plats / Aika ja paikka	
		7.4.2014 RAISIO	
		Underskrifter / Allekirjoitukset	
		Planerare - Ritad / Suunnittelija - Pirttäjä	
		Haider Al-Rammahi	
		Godkänd / Hyväksynyt	
		Jarmo Lennola	
		Arkvi. nr. / Ark. n:o	
		Ritning nr. / Piir. n:o	

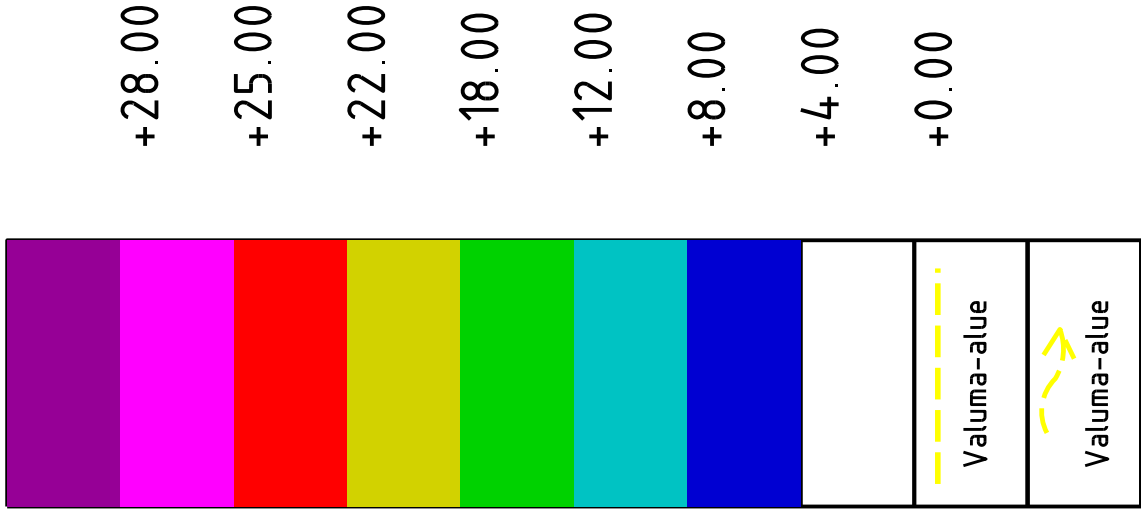
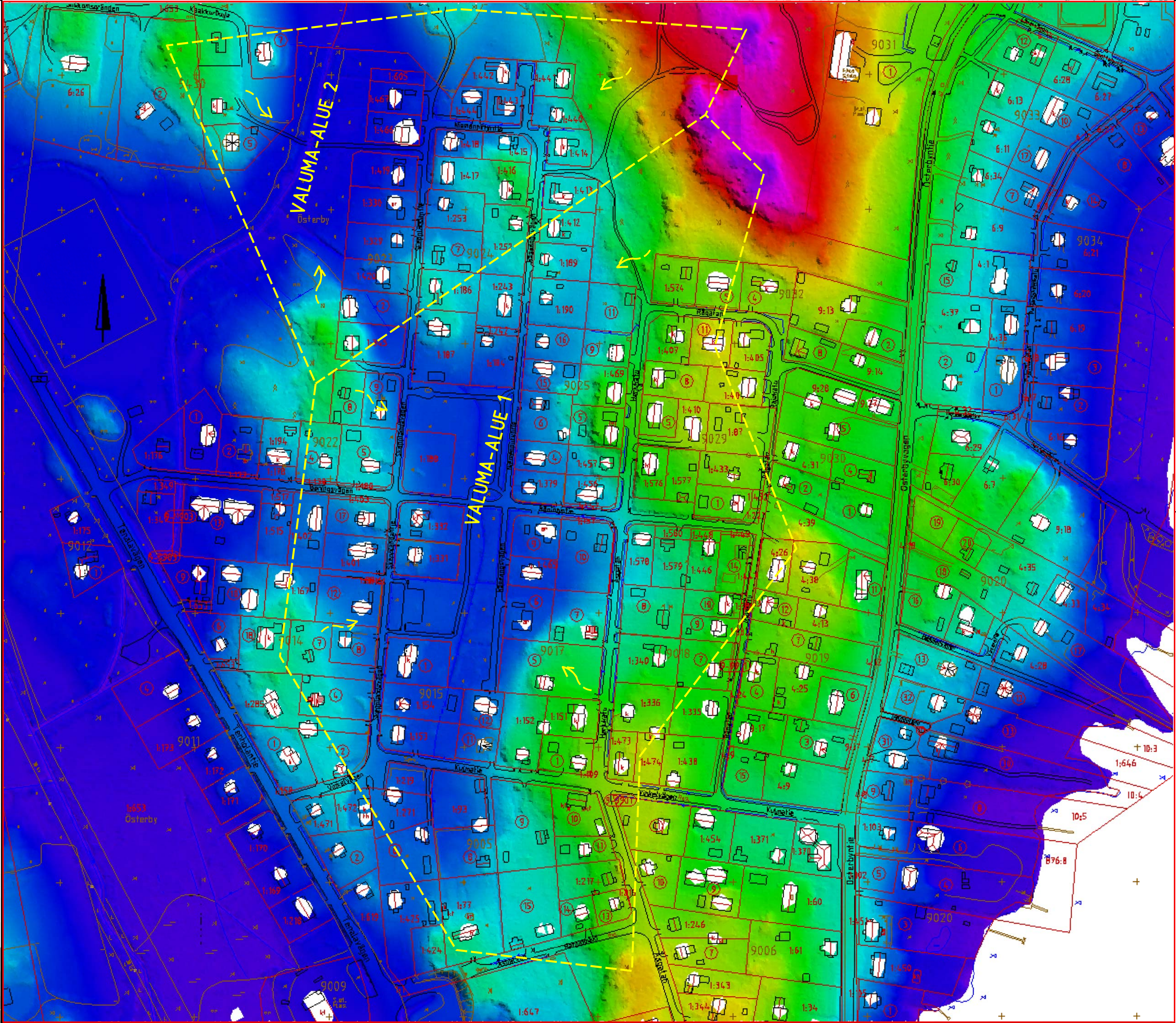
Beställare / Tilaja		Ritnings klass / Piirustuslaji	
		Ritningens innehåll / Piirustuksen sisältö	Skala / Mittakaava
Projektinformation / Projektiin tiedot	EKENÄS / TAMMISAARI	ASEMPIIRUSTUS	
		1:2000	
Österbyns asemakaava		Tid och plats / Aika ja paikka	
		7.4.2014 RAISIO	
		Underskrifter / Allekirjoitukset	
		Planerare - Ritad / Suunnittelija - Pirttäjä	
		Haider Al-Rammahi	
		Godkänd / Hyväksynyt	
		Jarmo Lennola	
		Arkvi. nr. / Ark. n:o	
		Ritning nr. / Piir. n:o	

Beställare / Tilaja		Ritnings klass / Piirustuslaji	
		Ritningens innehåll / Piirustuksen sisältö	Skala / Mittakaava
Projektinformation / Projektiin tiedot	EKENÄS / TAMMISAARI	ASEMPIIRUSTUS	
		1:2000	
Österbyns asemakaava		Tid och plats / Aika ja paikka	
		7.4.2014 RAISIO	
		Underskrifter / Allekirjoitukset	
		Planerare - Ritad / Suunnittelija - Pirttäjä	
		Haider Al-Rammahi	
		Godkänd / Hyväksynyt	
		Jarmo Lennola	
		Arkvi. nr. / Ark. n:o	
		Ritning nr. / Piir. n:o	


Beställare / Tilaja		Ritnings klass / Piirustuslaji	
		Ritningens innehåll / Piirustuksen sisältö	Skala / Mittakaava
Projektinformation / Projektiin tiedot	EKENÄS / TAMMISAARI	ASEMPIIRUSTUS	
		1:2000	
Österbyns asemakaava		Tid och plats / Aika ja paikka	
		7.4.2014 RAISIO	
		Underskrifter / Allekirjoitukset	
		Planerare - Ritad / Suunnittelija - Pirttäjä	
		Haider Al-Rammahi	
		Godkänd / Hyväksynyt	
		Jarmo Lennola	
		Arkvi. nr. / Ark. n:o	
		Ritning nr. / Piir. n:o	

Beställare / Tilaja		Ritnings klass / Piirustuslaji	
		Ritningens innehåll / Piirustuksen sisältö	Skala / Mittakaava
Projektinformation / Projektiin tiedot	EKENÄS / TAMMISAARI	ASEMPIIRUSTUS	
		1:2000	
Österbyns asemakaava		Tid och plats / Aika ja paikka	
		7.4.2014 RAISIO	
		Underskrifter / Allekirjoitukset	
		Planerare - Ritad / Suunnittelija - Pirttäjä	
		Haider Al-Rammahi	
		Godkänd / Hyväksynyt	
		Jarmo Lennola	
		Arkvi. nr. / Ark. n:o	
		Ritning nr. / Piir. n:o	

Beställare / Tilaja		Ritnings klass / Piirustuslaji	
		Ritningens innehåll / Piirustuksen sisältö	Skala / Mittakaava
Projektinformation / Projektiin tiedot	EKENÄS / TAMMISAARI	ASEMPIIRUSTUS	
		1:2000	
Österbyns asemakaava		Tid och plats / Aika ja paikka	
		7.4.2014 RAISIO	
		Underskrifter / Allekirjoitukset	
		Planerare - Ritad / Suunnittelija - Pirttäjä	
		Haider Al-Rammahi	



Koordinaattijärjestelmä: ETRS-GK24

<div>Beställare / Tilaja</div> <div><div>RASEBORG RAASEPORI</div></div>	<div>Projektitiedot / Projektin tiedot</div> <div>Österbyn asemakaava-alue</div>	Ritingsklass / Piirustustaji		Skala / Mittakaava
		MAASTOMALLI		
		Ritingsinnehåll / Piirustuksen sisältö		
		ÖSTERBYN TOPOGRAFA		
		Tid och plats / Aika ja paikka		
		7.4.2014 RAISIO		
Underskrifter / Allekirjoitukset		Planeraa - Riittää / Suunnittelija - Piirtäjä		
HAR		Godkänd / Hyväksynyt		
JL		Arkiv. nr. / Ark. n:o		
Ritings nr. / Piir. n:o		Ritings nr. / Piir. n:o		

KON-INS OY
RAISIONTORI 7 21200 RAISIO
Puh. (02) 4339 150

